

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1046 U.S. PTO  
09/896873  
06/29/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-072054

出 願 人

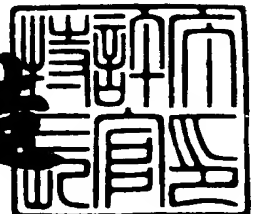
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2001年 4月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3035129

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL04189

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/1333

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 岡田 真和

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 橋本 清文

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 宮井 三嘉

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代表者】 太田 義勝

【電話番号】 06-6386-2236

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-236810

【出願日】 平成12年 8月 4日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012324

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特 2 0 0 1 - 0 7 2 0 5 4

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【ブルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶光変調素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子であって、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向が基板面と略平行な面内で規則的に配列することを特徴とする液晶光変調素子。

【請求項 2】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子において、液晶分子の配列規制手段を備えることによって、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を基板面と略平行な面内で規則的に配列させるようにしたことを特徴とする液晶光変調素子。

【請求項 3】 前記配列規制手段は、基板間に所定の電界を印加した場合に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させる請求項 2 の液晶光変調素子。

【請求項 4】 前記配列規制手段は、電界の方向に異方性を生じさせることにより、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させる請求項 3 の液晶光変調素子。

【請求項 5】 前記配列規制手段は少なくとも一方の基板に形成した突起状構造物であり、該突起状構造物によって、電界の方向に異方性を生じさせる請求項 4 の液晶光変調素子。

【請求項 6】 前記突起状構造物はリブ状に形成されている請求項 5 の液晶光変調素子。

【請求項 7】 前記突起状構造物の側面は基板法線方向に対して傾きを有する請求項 5 又は請求項 6 の液晶光変調素子。

【請求項 8】 各基板の表面に電極が形成されており、少なくとも一方の基板の電極上に前記突起状構造物が形成されている請求項 5 ～請求項 7 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 9】 前記突起状構造物の高さ  $h$  は、基板間ギャップを  $d$  としたとき

、下記の範囲にある請求項 5～請求項 8 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

$$d/20 < h < d/2$$

【請求項 1 0】 前記突起状構造物の幅  $W$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 5～請求項 9 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

$$p < W < 20p$$

【請求項 1 1】 前記突起状構造物の配列ピッチ  $L$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 5～請求項 1 0 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

$$5p < L < 100p$$

【請求項 1 2】 前記突起状構造物の配列ピッチが、前記範囲内で非一様である請求項 1 1 の液晶光変調素子。

【請求項 1 3】 複数の画素を備え、前記突起状構造物の配置方向が画素配列方向とは異なる請求項 5～請求項 1 2 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 1 4】 前記突起状構造物の配置方向が互いに異なる複数の領域を有する請求項 5～請求項 1 3 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 1 5】 基板上に電極が形成されており、前記少なくとも一方の基板上の電極に形成された溝であり、該溝によって電界方向に異方性を生じさせる請求項 3 の液晶光変調素子。

【請求項 1 6】 前記溝の幅  $W$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 1 5 の液晶光変調素子。

$$p < W < 20p$$

【請求項 1 7】 前記溝の配列ピッチ  $L$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 1 5 又は請求項 1 6 の液晶光変調素子。

$$5p < L < 100p$$

【請求項 1 8】 前記溝の配列ピッチ  $L$  は、前記範囲内で非一様である請求項 1 7 の液晶光変調素子。

【請求項 1 9】 複数の画素を備え、前記溝の配置方向が画素配列方向とは異なる請求項 1 5～請求項 1 8 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 2 0】 前記溝の配置方向が互いに異なる複数の領域を有する請求項 1 5 ～請求項 1 9 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 2 1】 少なくとも一方の基板上に絶縁膜が形成されており、前記配列規制手段は前記絶縁膜に設けられた溝であり、該溝によって電界方向に異方性を生じさせる請求項 4 の液晶光変調素子。

【請求項 2 2】 前記溝の幅  $W$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 2 1 の液晶光変調素子。

$$p < W < 20p$$

【請求項 2 3】 前記溝の配列ピッチ  $L$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 2 1 又は請求項 2 2 の液晶光変調素子。

$$5p < L < 100p$$

【請求項 2 4】 前記溝の配列ピッチ  $L$  は、前記範囲内で非一様である請求項 2 3 の液晶光変調素子。

【請求項 2 5】 前記配列規制手段は、少なくとも一方の基板の液晶と接する面上に部分的に設けられた配向規制力が異なる領域であり、該領域によって、液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させる請求項 2 の液晶光変調素子。

【請求項 2 6】 前記領域を設ける基板の液晶と接する面上には配向膜が設けられている請求項 2 5 の液晶光変調素子。

【請求項 2 7】 前記領域は部分的にラビングを施すことによって形成される請求項 2 5 又は請求項 2 6 の液晶光変調素子。

【請求項 2 8】 前記領域は部分的に光照射を行うことによって形成される請求項 2 5 又は請求項 2 6 の液晶光変調素子。

【請求項 2 9】 前記領域は部分的に異なる材料を用いることにより形成する請求項 2 5 の液晶光変調素子。

【請求項 3 0】 前記配向規制力が異なる領域の幅  $W$  は、液晶分子の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の範囲にある請求項 2 5 ～請求項 2 9 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

$$p < W < 20p$$

【請求項 3 1】 前記配向規制力が異なる領域の配列ピッチ  $L$  は、液晶分子の

螺旋ピッチを $L$ としたとき、下記の範囲にある請求項 2 5～請求項 3 0 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

$$5p < L < 100p$$

【請求項 3 2】 前記配向規制力が異なる領域の配列ピッチは、前記範囲内で非一様である請求項 3 1 の液晶光変調素子。

【請求項 3 3】 複数の画素を備え、前記配向規制力が異なる領域の配置方向が画素配列方向とは異なる請求項 2 5～請求項 3 2 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 3 4】 前記配向規制力が異なる領域の配置方向が互いに異なる複数の領域を有する請求項 2 5～請求項 3 3 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 3 5】 請求項 1～請求項 3 4 のいずれかに記載の素子を複数積層してなる積層型液晶光変調素子。

【請求項 3 6】 請求項 1～請求項 3 5 のいずれかに記載の素子と、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向が、基板と平行な面内において不規則である素子とを積層してなる積層型液晶光変調素子。

【請求項 3 7】 少なくとも最表面側の素子が請求項 1～請求項 3 4 のいずれかに記載の素子である請求項 3 5 又は請求項 3 6 の積層型液晶光変調素子。

【請求項 3 8】 フォーカルコニック状態を示す液晶は室温でコレステリック相を示す液晶である請求項 1～請求項 3 7 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 3 9】 室温でコレステリック相を示す液晶は、正の誘電異方性を有する請求項 3 8 の液晶光変調素子。

【請求項 4 0】 液晶のフォーカルコニック状態とプレーナ状態とを切り替えて表示を行う請求項 1～請求項 3 9 のいずれかに記載の液晶光変調素子。

【請求項 4 1】 プレーナ状態では可視波長域に選択反射のピークを有する請求項 4 0 の液晶光変調素子。

【請求項 4 2】 各素子の選択反射のピーク波長が互いに異なる請求項 3 5～請求項 3 7 のいずれかに記載の積層型液晶光変調素子。

【請求項 4 3】 互いに旋光方向の異なる少なくとも 2 つの液晶素子を含む請求項 3 5～3 7 のいずれかに記載の積層型液晶光変調素子。

【請求項 4 4】 互いに旋光方向の異なる各液晶素子の選択反射のピーク波長が実質的に同一である請求項 4 3 に記載の積層型液晶光変調素子。

【請求項 4 5】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、少なくとも一方の基板に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための突起状構造物を形成する工程と、少なくとも一方に突起状構造物の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする液晶光変調素子の製造方法。

【請求項 4 6】 フォトリソグラフィ法を用いて、前記突起状構造物を形成する請求項 4 5 の製造方法。

【請求項 4 7】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、一对の基板にそれぞれ電極を形成する工程と、少なくとも一方の基板上の電極に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための溝を形成する工程と、少なくとも一方の基板の電極に溝の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする液晶光変調素子の製造方法。

【請求項 4 8】 フォトリソグラフィ法を用いて、前記溝を形成する請求項 4 7 の製造方法。

【請求項 4 9】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、一对の基板の少なくとも一方に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための溝を有する絶縁膜を形成する工程と、少なくとも一方に前記絶縁膜の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする液晶光変調素子の製造方法。

【請求項 5 0】 フォトリソグラフィ法を用いて、前記溝を形成する請求項 4 9 の製造方法。

【請求項 5 1】 一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法に



において、少なくとも一方の基板の液晶と接する面上に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための、部分的に配向規制力が異なる領域を設ける工程と、少なくとも一方に部分的に配向規制力が異なる領域を設けた一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする液晶光変調素子の製造方法。

【請求項 5 2】 部分的にラビングを施すことによって部分的に配向規制力が異なる領域を形成する請求項 5 1 の製造方法。

【請求項 5 3】 部分的に光照射を行うことによって部分的に配向規制力が異なる領域を形成する請求項 5 1 の製造方法。

【請求項 5 4】 部分的に配向規制力が異なる領域を設ける工程は、該領域に対応した開口が設けられたマスク層を基板上に配置する工程と、該開口を介して基板に表面処理を行う工程と、前記マスク層を除去する工程とを含む請求項 5 1 ～請求項 5 3 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 5 5】 部分的に材料種の異なる配向膜を形成することによって、配向規制力の異なる領域を形成する請求項 5 1 の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】

本発明は、液晶光変調素子およびその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

液晶分子のフォーカルコニック状態を利用した液晶表示素子に用いられる代表的な液晶材料としてはコレステリック液晶が挙げられる。コレステリック液晶にはそれ自身がコレステリック相を示す液晶や、ネマチック液晶にカイラル剤を添加して得られるカイラルネマチック液晶を含む。コレステリック液晶は液晶分子どうしが螺旋構造を形成するという特徴を有しており、一对の基板間に挟持された上で、電界、磁界、温度等の外部刺激が液晶に印加されるとプレーナ状態、フォーカルコニック状態、ホメオトロピック状態と呼ばれる 3 つの状態を示す。

【0 0 0 3】

これら 3 つの状態は、それぞれ光透過性及び反射性が異なるため、3 つの状態と外部刺激印加方法を適宜選択することにより表示を行うことができる。一例として、ホメオトロピック状態とフォーカルコニック状態とを用いるコレステリック-ネマチック相転移モードや、プレーナ状態とフォーカルコニック状態とを用いる双安定モードなどがある。

#### 【0004】

その中でも、双安定モードはプレーナ状態とフォーカルコニック状態が外部刺激無印加状態でも安定であるという特徴を有することから、メモリ性表示素子（表示が安定である）として近年盛んに研究されている。特に、プレーナ状態において可視域に選択反射特性を有するコレステリック液晶を用いた液晶素子はメモリ性を有しかつ明るいカラー反射状態が得られることから、省電力表示素子への応用が期待されている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

コレステリック液晶のフォーカルコニック状態とは、液晶分子の螺旋軸が基板平面方向に向いている状態である。通常、液晶は複数の液晶分子領域（ドメイン）に分かれている。ドメイン内では液晶の螺旋軸は同一であるが、図 17 に示すように、隣接するドメインでは液晶分子の螺旋軸の方向 13 が異なる。従って、ドメイン間の界面で屈折率差により液晶素子に入射した光が微小ながら散乱してしまう。特に、螺旋ピッチが小さい場合（プレーナ状態で可視域に選択反射を示す程度）には原理的にドメインも小さくなり、素子内での光散乱が大きくなってしまい、表示素子に応用した場合にはコントラストが低下してしまうという問題が生じる。

#### 【0006】

また、メモリ性を有する反射型液晶素子は、複数の選択反射波長の異なる素子を積層することによりフルカラーの表示が可能な素子が得られることが知られているが、このような積層構造の場合には、各素子間での多重散乱等により、上記ドメイン間散乱による影響が特に大きくなり、コントラストが悪化しやすくなる。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、素子内での光散乱が小さく、コントラストの高い液晶光変調素子を提供することを課題とする。また、本発明は、コントラストの高い積層構造の液晶光変調素子を提供することを課題とする。さらに、本発明は上記液晶光変調素子の製造方法を提供することを課題とする。

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明の構成、作用、及び効果】

以上のような問題点を解決するため、本発明者らは鋭意研究した結果、フォーカルコニック状態におけるコレステリック液晶分子の螺旋軸の方向を描えることにより、ドメイン間の散乱が著しく低下する現象を見出し、本発明に至った。

## 【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明の液晶光変調素子は、一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子であって、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向が基板面と略平行な面内で規則的に配列することを特徴とする。フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向が基板面と略平行な面内で規則的に配列するため、フォーカルコニック状態における液晶層の透過率が著しく向上し、コントラストの高い液晶光変調素子が得られる。

## 【 0 0 1 0 】

フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を基板面と略平行な面内で規則的に配列させるために、液晶素子内に液晶分子の配列規制手段を設けてもよい。

## 【 0 0 1 1 】

配列規制手段は、基板間に所定の電界を印加した場合に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるものとすることができる。この場合、電界方向に異方性を生じさせることにより、液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるものであってもよい。

## 【 0 0 1 2 】

配列規制手段を、少なくとも一方の基板に形成した突起状構造物とし、この突

突起状構造物によって、電界方向に異方性をもたせることができる。突起状構造物は、液晶分子への規制力を大きくしやすいという特徴がある。

【 0 0 1 3 】

突起状構造物はリブ状であってもよい。リブ状に形成することにより、液晶分子への規制力を基板面方向に広げることができる。また、突起状構造物の側面は基板法線方向に対して傾きを有していてもよい。傾きを設けることにより、電界を印加した場合に、滑らかな等電位曲線が形成され、液晶分子への規制力にむらが生じるのを防止することができる。基板上に画素電極が形成されており、該画素電極上に前記突起状構造物が形成されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

突起状構造物の高さ  $h$  は、基板間ギャップを  $d$  としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$d / 2 0 < h < d / 2$$

突起状構造物の高さ  $h$  が上記範囲内とすることで、液晶分子に対する規制力を保ちながら、実効的な基板間ギャップを適切に保ちプレーナ状態での反射強度の低下を防止することができる。

【 0 0 1 5 】

突起状構造物の幅  $W$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$p < W < 2 0 p$$

突起状構造物の配列ピッチ  $L$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$5 p < L < 1 0 0 p$$

突起状構造物の幅  $W$  や配列ピッチ  $L$  を上記範囲内とすることにより、液晶分子に対して十分な規制力を保つとともに、開口率の低下や素子製造工程の複雑化を防止することができる。

【 0 0 1 6 】

突起状構造物の配列ピッチが、前記範囲内で非一様であるようにしてもよい。突起状構造物の配列ピッチを非一様とすることで、光回折現象による視認性の低

下を防止することができる。

【0017】

複数の画素を備え、突起状構造物の配置方向が画素配列方向とは異なるようにしたり、突起状構造物の配置方向が互いに異なる複数の領域を有するように形成してもよい。このようにすることで、光入射方向によって視認性が変化することがなく、一様な光透過特性が得られる。

【0018】

基板上に電極を形成し、配列制御手段を少なくとも一方の基板上の電極に形成した溝とし、この溝によって電界方向に異方性をもたせるようにしてもよい。電極に溝を形成する方法は、液晶素子中に新たな部材を追加しないため信頼性が高まるという利点がある。また、電極のパターニングと同時に溝を形成できるため製造工程が簡易になり、不純物や塵などが混入する恐れが低くなる。

【0019】

電極の溝の幅 $W$ は、液晶の螺旋ピッチを $p$ としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$p < W < 20p$$

電極の溝の配列ピッチ $L$ は、液晶の螺旋ピッチを $p$ としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$5p < L < 100p$$

電極の溝の幅 $W$ や配列ピッチ $L$ を上記範囲内とすることにより、液晶分子に対して十分な規制力を保つとともに、素子製造工程の複雑化を防止することができる。

【0020】

電極の溝の配列ピッチ $L$ は、前記範囲内で非一様であってもよい。電極の溝の配列ピッチを非一様とすることで、光回折現象による視認性の低下を防止することができる。

【0021】

複数の画素を設け、電極の溝の配置方向を画素配列方向と異ならせてもよく、電極の溝の配置方向が互いに異なる複数の領域を有するように形成してもよい。

このようにすることで、光入射方向によって視認性が変化することがなく、一様な光透過特性が得られる。

【 0 0 2 2 】

少なくとも一方の基板上に絶縁膜が形成されており、配列制御手段を少なくとも一方の基板上に形成された絶縁膜に設けた溝とし、この絶縁膜の溝によって、電界方向に異方性をもたせるようにしてもよい。絶縁膜に溝を設ける方法は、液晶素子中に新たな部材を追加しないため信頼性が高まるという利点がある。

【 0 0 2 3 】

絶縁膜の溝の幅  $W$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$p < W < 20p$$

絶縁膜の溝の配列ピッチ  $L$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の関係にあることが好ましい。

$$5p < L < 100p$$

絶縁膜の溝の幅  $W$  や配列ピッチ  $L$  を上記範囲内とすることにより、液晶分子に対して十分な規制力を保つとともに、素子製造工程の複雑化を防止することができる。

【 0 0 2 4 】

絶縁膜の溝の配列ピッチ  $L$  は、前記範囲内で非一様であってもよい。絶縁膜の溝の配列ピッチを非一様とすることで、光回折現象による視認性の低下を防止することができる。

【 0 0 2 5 】

複数の画素を設け、絶縁膜の溝の配置方向を画素配列方向と異ならせてもよく、絶縁膜の溝の配置方向が互いに異なる複数の領域を有するように形成してもよい。このようにすることで、光入射方向によって視認性が変化することがなく、一様な光透過特性が得られる。

【 0 0 2 6 】

少なくとも一方の基板の液晶と接する面上に、部分的に配向規制力が異なる領域を設けることによって、液晶の螺旋軸の方向を規則的に配列させるようにして

もよい。このような配向規制力の異なる領域を設けると、液晶分子がフォーカルコニック状態に遷移する過程において、表面規制力の違いによる螺旋軸の方向付けがなされるため、上記の電界方向を傾斜させる方法と同様に、液晶の螺旋軸の方向を規則的に配列させることができる。

【 0 0 2 7 】

配向規制力が異なる領域は、部分的にラビングを施す方法、部分的に光照射を行う方法、部分的に異なる材料を用いる方法等により形成することができる。

【 0 0 2 8 】

配向規制力が異なる領域の幅  $W$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、下記の関係に設定することができる。

$$p < W < 20p$$

配向規制力が異なる領域の配列ピッチ  $L$  は、液晶の螺旋ピッチを  $L$  としたとき、下記の関係に設定することができる。

$$5p < L < 100p$$

配向規制力の異なる領域の幅  $W$  や配列ピッチ  $L$  を上記範囲内とすることにより、液晶分子に対して十分な規制力を保つとともに、素子製造工程の複雑化を防止することができる。

【 0 0 2 9 】

配向規制力が異なる領域の配列ピッチは、前記範囲内で非一様であってもよい。配向規制力が異なる領域の配列ピッチを非一様とすることで、光回折現象による視認性の低下を防止することができる。

【 0 0 3 0 】

複数の画素を備え、前記配向規制力が異なる領域の配置方向が画素配列方向とは異なってもよく、配向規制力が異なる領域の配置方向が互いに異なる複数の領域を有するようにしてもよい。このようにすることで、光入射方向によって視認性が変化することがなく、一様な光透過特性が得られる。

【 0 0 3 1 】

上記いずれかの素子を複数積層して積層型液晶光変調素子とすることもできる。また、上記いずれかの素子と、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸

の方向が、基板と平行な面内において不規則である素子とを積層して積層型液晶光変調素子とすることもできる。少なくとも最表面側の素子を上記いずれかに記載の素子としてもよい。いずれにしても、複数の液晶層を積層したことによる散乱成分の増加によるフォーカルコニック状態における透過率の上昇を効果的に抑制することができる。

## 【 0 0 3 2 】

フォーカルコニック状態を示す液晶は室温でコレステリック相を示す液晶を使用することができる。この場合、室温でコレステリック相を示す液晶は、正の誘電異方性を有するものを用いるとよい。

## 【 0 0 3 3 】

上記各素子は、液晶のフォーカルコニック状態とプレーナ状態とを切り替えて表示を行うものであってもよい。この場合、プレーナ状態では可視域に選択反射のピークを有するものであってもよい。

## 【 0 0 3 4 】

積層型液晶光変調素子においては、各素子の選択反射のピーク波長が互いに異なるものであってもよく、この場合は多色表示が可能である。また、互いに旋光方向の異なる少なくとも2つの液晶素子を含んでいてもよく、この場合は光の利用効率を高くすることができる。互いに旋光方向の異なる各液晶素子の選択反射のピーク波長が実質的に同一であってもよく、この場合は液晶層からの反射率を高くすることができる。

## 【 0 0 3 5 】

一方、液晶光変調素子の製造方法に関する本願第1発明は、一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、少なくとも一方の基板に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための突起状構造物を形成する工程と、少なくとも一方に突起状構造物の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 3 6 】

液晶の配列規制を行うための突起状構造物を形成するにあたって、その形状・



位置・高さ・配列ピッチ・配列方向等を任意に形成することができるので、液晶の配列規制の制御を行いやすい。

【 0 0 3 7 】

突起状構造物は、例えば、フォトリソグラフィ法により形成することができる。

【 0 0 3 8 】

液晶光変調素子の製造方法に関する本願第 2 発明は、一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、一对の基板にそれぞれ画素電極を形成する工程と、少なくとも一方の基板上の電極に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための溝を形成する工程と、少なくとも一方の基板の電極に溝の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

液晶の配列規制を行うために電極に溝を形成するにあたって、その形状・位置・配列ピッチ・配列方向等を任意に形成することができるので、液晶の配列規制の制御を行いやすい。また、液晶の配列規制のために別の部材を設ける工程が不要である。

【 0 0 4 0 】

電極の溝は、例えばフォトリソグラフィ法により形成することができる。この場合、画素を形成するための電極のパターニングと配列規制手段としての溝の形成とを同時に行うことができる。

【 0 0 4 1 】

液晶光変調素子の製造方法に関する本願第 3 発明は、一对の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、一对の基板の少なくとも一方に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための溝を有する絶縁膜を形成する工程と、少なくとも一方に前記絶縁膜の形成された一对の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

液晶の配列規制を行うために絶縁膜に溝を形成するにあたって、その形状・位置・高さ・配列ピッチ・配列方向等を任意に形成することができるので、液晶の配列規制の制御を行いやすい。また、液晶の配列規制のために別の部材を設けるための工程が不要である。

【 0 0 4 3 】

絶縁膜の溝は、例えばフォトリソグラフィ法により形成することができる。

【 0 0 4 4 】

液晶光変調素子の製造方法に関する本願第 4 発明は、一対の基板間に液晶層を挟持し該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶光変調素子の製造方法において、少なくとも一方の基板の液晶と接する面上に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を規則的に配列させるための、部分的に配向規制力が異なる領域を設ける工程と、少なくとも一方に部分的に配向規制力が異なる領域を設けた一対の基板間に液晶層を挟持させる工程とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

配向規制力が異なる領域を形成するにあたって、その形状・位置・配列ピッチ・配列方向等を任意に形成することができるので、液晶の配列規制の制御を行いやすい。また、液晶の配列規制のために別の部材を設けるための工程が不要である。

【 0 0 4 6 】

部分的にラビングを施すことによって前記領域を形成してもよいし、部分的に光照射を行うことによって前記領域を形成してもよい。部分的に配向規制力が異なる領域を設ける工程は、部分的に開口が設けられたマスク層を基板上に配置する工程と、該マスク層を除去する工程とを含んでいてもよい。

【 0 0 4 7 】

部分的に材料種の異なる配向膜を形成することによって、配向規制力の異なる領域を形成するようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の液晶光変調素子の実施形態について説明する。

(液晶光変調素子の基本構成、図 1 参照。)

図 1 (a) ~ (d) に液晶表示素子の一例の断面図を示す。以下、図 1 (a) を例にとって液晶光変調素子の基本構成について説明する。図 1 (a) に示すように、2 枚の透明電極 1 1 付き透明基板 1 0 の間に、液晶材料 2 5 と基板間ギャップ制御用のスペーサ 2 0 が配置されており、周辺部には液晶注入口を除いて連続したシール 1 9 が配置されている。なお、図 1 では、基板の一端部のみを図示している。素子の背面側には光吸収層 3 0 が設けられている。

【0 0 4 9】

透明基板としては、ガラス基板や、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン (P E S)、ポリエチレンテレフタレート等のフレキシブルな樹脂基板等が使用可能である。なお、液晶光変調素子を反射型素子や光書き込み型素子に用いる場合は一方の基板は透明である必要はない。

【0 0 5 0】

透明基板 1 0 上に設ける液晶光変調素子制御用の透明電極 1 1 としては、I T O に代表される透明導電膜、アルミニウムやシリコン等の金属電極、あるいはアモルファスシリコンや B S O 等の光導電性膜などが用いられる。複数の画素電極とそれに接続する薄膜トランジスタを形成したアクティブマトリクス型の電極構造も使用可能である。電極材自身を基板として用いることも可能である。

【0 0 5 1】

基板 1 0 の電極形成面には、必要に応じてポリイミドに代表される配向膜を配したり、ガスバリア層や絶縁層として任意の有機系、無機系の膜を配して液晶光変調素子の信頼性を向上させるようにしてもよい。図 1 では、両基板ともに絶縁膜 1 8 と配向膜 1 1 とを設けた例を示している。

【0 0 5 2】

スペーサ 2 0 としては、ガラス製、プラスチック製等の球状の粒子を用いることができる。

【0 0 5 3】

シール 1 9 としては、液晶組成物を液晶表示素子内部に封入できるものであれば特に制限はないが、紫外線硬化樹脂や熱硬化性樹脂等を用いることが好ましい。特に、シール樹脂としてエポキシ樹脂材料などの熱硬化性樹脂材料を用いると、長期にわたり高い気密性を保つことができる。

【 0 0 5 4 】

各基板 1 0 に設けられた電極 1 2 間に電圧を印加することにより、液晶をプレーナ状態からフォーカルコニック状態へ、また、フォーカルコニック状態からプレーナ状態に切り変えることができる。

【 0 0 5 5 】

液晶材料 2 5 としては、光変調にフォーカルコニック相を利用するモードに利用できるものであり、コレステリック液晶や、ネマチック液晶にカイラル剤を添加して室温でコレステリック相を示すように調製されたカイラルネマチック液晶が使用できる。いずれも誘電異方性が正である液晶材料を用いることができる。

【 0 0 5 6 】

なお、フォーカルコニック状態とは、液晶の螺旋軸が上下両方の基板面に対して平行になるように液晶分子が並列に配列した状態を指す。ただし、通常、この場合の螺旋軸の方位は一定でない。

【 0 0 5 7 】

液晶材料を一对の基板間に挟持する方法としては、一般によく知られた真空注入法や液晶滴下法が利用可能であり、作製する液晶素子のサイズ、基板間ギャップ等を考慮して適宜選択することができる。

【 0 0 5 8 】

図 7 に示すように、上下基板 1 0 に対して平面的に接触する（好ましくは上下基板に接着する）構造体 2 8 が設けられていてもよい。このような構造体を設けることにより、基板間ギャップの精度が向上する。特に、上下基板を接着しているときは、基板間隔が広がるのを防止でき、樹脂製フィルム基板を用いたときに有効である。構造体 2 8 としては、各種の樹脂材料を用いることができる。

【 0 0 5 9 】

図 1 ( a ) における突起状構造物、図 1 ( b ) における絶縁膜に形成された溝

、図 1 (c) における透明電極に形成された溝、図 1 (d) における配向規制力の異なる部位が、それぞれフォーカルコニック状態における液晶の螺旋軸を規制する領域（以下、配列規制領域と呼ぶ）に相当している。以下、この点について詳述する。

#### 【 0 0 6 0 】

なお、螺旋軸の方向を規則的に配置させる効果については、液晶の挟持方法や、スペーサ 2 0 の種類、構造体 2 8 の有無等によって、液晶分子の螺旋軸の方向には大きな影響は見られないことが確認されている。

（螺旋軸方向の規制方法、図 2 ～図 6 参照。）

##### （ 1 ）電界の制御による方法

螺旋軸の方向を基板と平行な面内において規則的に配列させる一つの方法としては、電界の制御による方法が挙げられる。以下、電界の制御による方法について説明する。

#### 【 0 0 6 1 】

例えば、図 1 (a) に示すような、リブ状の突起状構造物 1 3 を一方の基板 1 0 に設けている場合、突起状構造物 1 3 を設けたことにより、電極 1 2 間に電圧印加した場合に、図 2 に示すように等電位線 2 6 が突起状構造物 1 3 近傍で歪を生じる。そのため、図 3 に示すように電界方向 2 7 が部分的に特定方向に傾斜する。そして、この状態から電圧の印加を停止して液晶をフォーカルコニック状態にすると、それまで存在していた傾斜電界の影響により、液晶の螺旋軸方向が規制されるものと考えられ、結果的に図 4 及び図 5 に示すように、基板に略平行な面内において、液晶の螺旋軸 2 2 が規則的に揃った状態となる。従って、液晶分子の螺旋軸 2 2 が一定の方向に向いた光散乱の少ないフォーカルコニック状態を実現することができる。

#### 【 0 0 6 2 】

また、図 1 (b) に示すように、絶縁膜 1 8 に溝 1 4 を設けた場合も同様に電界方向が傾斜するので、液晶の螺旋軸が一定の方向に向いた光散乱の少ないフォーカルコニック状態を実現することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 (c) に示すように、透明電極 1 2 に溝 1 5 を形成した場合にも、やはり図 6 に示すように溝 1 5 近傍で等電位線 2 6 に歪みを生じるため、同様の理由で液晶の螺旋軸が一定の方向に向いた光散乱の少ないフォーカルコニック状態を実現することができる。

#### (1-a) 突起状構造物

突起状構造物を構成する材料としては、フォトリソグラフィ法により作製する場合には、ノボラック系樹脂に代表されるポジ型フォトレジスト、アクリル系樹脂に代表されるネガ型フォトレジストが使用可能である。また、印刷法により作製する場合には、エポキシ系樹脂に代表される熱硬化性樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂に代表される熱可塑性樹脂材料や、ガラスペーストを既存の印刷法にて基板上に形成することも可能である。

#### 【0064】

液晶層挟持用の基板として、樹脂製フィルム基板を用いる場合には、基板そのものに凹凸を形成した後、フィルム基板上に電極を形成することにより、突起状構造物付き基板が容易に得られる。フィルム基板そのものに凹凸を設ける方法としては、押し型を押し当てて凹凸を形成する方法（モールド法）を用いることができる。

#### 【0065】

突起状構造物を設けることによって、螺旋軸の方向を基板と平行な面内において規則的に配列させる方法は、液晶分子への規制力を大きくしやすいという利点がある。

#### 【0066】

このような螺旋軸に規制力を及ぼす突起状構造物は、透明電極上に形成されていることが望ましい。突起状構造物はその高さについても螺旋軸の方向づけには重要なパラメータとなり、望ましい高さの範囲は基板間ギャップを  $d$ 、突起状構造物の高さを  $h$  とした場合は  $d/2 < h < d/2$  の範囲である。突起状構造物の高さ  $h$  が上記範囲よりも大きい場合には実効的な基板間ギャップが低下し、コレステリック液晶表示素子として観察した場合、プレーナ状態での表示明るさが低下するという問題がある。一方、突起状構造物の高さ  $h$  が低い場合には、規制

力が低下し螺旋軸を一方向に方向づけるという効果がなくなってしまう。

【 0 0 6 7 】

突起状構造物の高さはスピコート回転数や版の厚みを変更することで任意に調整できる。

【 0 0 6 8 】

上記突起状構造物に関してはその形状も重要であり、図 5 に示すような滑らかな等電位曲線 2 6 を得るためには、その側面形状が基板法線方向に対して傾きを有することが望ましい。

【 0 0 6 9 】

基板上に形成した突起状構造物に対して基板法線方向に傾斜を設けるには、例えば、突起状構造物を形成した後に熱処理を加えて断面を溶融することにより傾斜を形成する方法を用いることができる。

【 0 0 7 0 】

図 8 は突起状構造物の形成例を示している。本例は以下の各工程からなる。

- ・ 図 8 ( a ) : 電極 1 2 がパターン形成された基板 1 0 の電極面に、レジスト膜 4 0 を形成する。
- ・ 図 8 ( b ) : マスク 6 2 の開口部 6 3 を介してレジスト膜 4 0 を露光する。
- ・ 図 8 ( c ) : 現像およびリンスによってレジスト膜 4 0 の不要部分を除去し、突起状樹脂構造物 1 3 を形成する。
- ・ 図 8 ( d ) : 加熱処理等により、突起状構造物 1 3 に傾斜を持たせる。
- ・ 図 8 ( e ) : 基板 1 0 の突起状構造物 1 3 形成面に絶縁膜 1 8 を形成する。
- ・ 図 8 ( f ) : 絶縁膜 1 8 の上に配向膜 1 1 を形成する。

【 0 0 7 1 】

以上の工程により、比較的簡単な手法で、所望の形状を有した突起状構造物 1 3 を任意の位置に形成することができる。

( 1 - b ) 電極の溝

電極に溝を設けるには、既存のフォトリソグラフィ工程を採用すればよい。フォトリソグラフィ法を用いることにより、簡便に溝を形成することができ、画素電極形成時に同時に溝を形成することにより工程の簡略化につながる。溝を

一方の基板のみに設けてもよいし、両方の基板に設けてもよい。

【 0 0 7 2 】

電極に溝を設けることによって、螺旋軸の方向を基板と平行な面内において規則的に配列させる方法は、電極のパターニングと同時に溝を形成できるため製造工程が簡易になり、不純物や塵などが混入する恐れが低く、また、液晶素子中に新たな部材を追加しないため信頼性が高まるという利点がある。

【 0 0 7 3 】

図 9 は、電極への溝の形成例を示している。本例は以下の各工程からなる。

- ・ 図 9 ( a ) : 基板 1 0 上に電極層 1 2 を形成し、さらにその上にレジスト膜 4 0 を形成する。
- ・ 図 9 ( b ) : マスク 6 2 の開口部 6 3 を介してレジスト膜 4 0 を露光する。
- ・ 図 9 ( c ) : 現像およびリンスによってレジスト膜 4 0 の不要部分を除去し、レジスト膜 4 0 に開口 4 1 を設ける。
- ・ 図 9 ( d ) : 電極層 1 2 のエッチングを行うことにより、電極層 1 2 を帯状にパターニングするとともに、溝 1 4 を形成する。
- ・ 図 9 ( e ) : レジスト膜 4 0 を除去する。
- ・ 図 9 ( f ) : 基板 1 0 の電極面に絶縁膜 1 8 を形成する。
- ・ 図 9 ( g ) : 絶縁膜 1 8 上に配向膜 1 1 を形成する。

【 0 0 7 4 】

以上の工程により、比較的簡単な手法で、所望の形状を有した溝 1 4 を任意の位置に形成することができる。

( 1 - c ) 絶縁膜の溝

絶縁膜に溝を設けるには、例えば、感光性の樹脂材料を絶縁膜の材料として用いるフォトリソグラフィ法を用いることができる。また、このような樹脂材料としては、液晶材料との誘電率差が大きいものほど効果的であり、使用する液晶材料に合わせて適宜選択すればよい。絶縁膜に設ける溝は一方の基板のみであってもよいし、両方の基板であってもよい。

【 0 0 7 5 】

絶縁膜に溝を設けることによって、螺旋軸の方向を基板と平行な面内において



規則的に配列させる方法は、液晶素子中に新たな部材を追加しないため信頼性が高まるという利点がある。

#### 【 0 0 7 6 】

図 1 0 は、絶縁膜に溝を形成する工程の一例を示している。本例は以下の各工程からなる。

- ・ 図 1 0 ( a ) : 電極 1 2 のパターン形成された基板 1 0 の電極面にレジスト膜 4 2 形成する。
- ・ 図 1 0 ( b ) : マスク 6 2 の開口部 6 3 を介してレジスト膜 4 2 を露光する。
- ・ 図 1 0 ( c ) : 現像およびリンスによってレジスト膜 4 2 の不要部分を除去し、レジスト膜 4 2 に開口を設ける。レジスト膜 4 2 を硬化処理することにより、絶縁膜 1 8 とする。こうして、前記開口が絶縁膜 1 8 の溝 1 4 となる
- ・ 図 1 0 ( d ) : 絶縁膜 1 8 の形成面に配向膜 1 1 を形成する。

#### 【 0 0 7 7 】

以上の工程により、比較的簡単な手法で、所望の形状を有した溝 1 4 を任意の位置に形成することができる。

#### ( 2 ) 配向規制力を異ならせることによる方法

螺旋軸の方向を基板と平行な面内において規則的に配列させる他の方法としては、配向規制力の異なる部分を設ける方法が挙げられる。配向規制力の異なる部分とは液晶分子に対するアンカリング力や配向方向が異なる部分を指し、電極面に均一に塗布されたポリイミド等の配向膜を部分的にラビング処理したり紫外線等による光配向処理を施すことにより得られる。また、部分的に材料種の異なる配向膜を形成することによっても配向規制力の異なる部分が得られる。図 1 ( d ) は配向規制力の異なる部分 1 6 を配向膜 1 1 上に設けた例を示している。

#### 【 0 0 7 8 】

このような配向規制力の異なる部分を設ける方法においては、ラビング処理等により電界方向の傾斜が発現するのではなく、液晶分子がフォーカルコニック状態に遷移する過程において、表面規制力の違いによる螺旋軸の方向付けがなされるため、上記の電界方向を傾斜させる方法と同様の効果を得ることができるものと考えられる。

【 0 0 7 9 】

配向膜を部分的にラビングする方法としては、形成した配向膜にフォトレジスト材料をスピンコート等により塗布し、既存のフォトリソグラフィ工程によりラビングを行いたい部分のみレジストを除去し、ラビングを行った後、レジストを除去することにより得られる。なお、ラビング方向は特に問わない。

【 0 0 8 0 】

光配向の場合はフォトマスク及び偏光板を介して紫外線露光することにより容易に部分的に配向規制力の異なる部分が得られる。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は、配向膜に配向規制力の異なる領域を形成する工程の一例を示している。本例は以下の各工程からなる。

- ・ 図 1 1 ( a ) : 電極 1 2 のパターン形成された基板 1 0 の電極面に絶縁膜 1 8 を形成する。
- ・ 図 1 1 ( b ) : 絶縁膜 1 8 上に配向膜 1 1 を形成する。
- ・ 図 1 1 ( c ) : マスク 6 2 の開口部 6 3 を介して配向膜 1 1 を露光する。

【 0 0 8 2 】

または、

- ・ 図 1 1 ( c' ) : 配向膜 1 8 上にレジスト膜 4 0 を形成し、レジスト膜 4 0 をパターニングする。そして、レジスト膜 4 0 の開口部 4 1 を介して配向膜 1 1 をラビング処理 6 4 する。その後、レジスト膜 4 0 を除去する。
- ・ 図 1 1 ( d ) : 以上により、配向規制力の異なる領域 1 6 が形成される。

【 0 0 8 3 】

以上の工程により、比較的簡単な手法で、所望の形状を有した配向規制力の異なる領域 1 6 を任意の位置に形成することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、異種配向膜を使用する方法としては、例えば、図 1 1 ( C ) の工程において、レジスト膜のパターニング後、異なる種類の配向膜を塗布し焼成してレジスト膜を除去する方法が採用できる。

【 0 0 8 5 】

いずれにしても、配向処理を施すことによって、螺旋軸の方向を基板と平行な面内において規則的に配列させる方法は、液晶素子中に新たな部材を追加する必要がないため信頼性が高まるという利点がある。特に、光配向処理は塵の発生等の恐れが少なく優れた方法である。

### (3) 配列規制領域の配列 (図 1 2 参照。)

上記各方法による螺旋軸を一定方向に方向づける規制力の及ぶ範囲については限界があるので、その幅  $W$  が、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、 $p < W < 20p$  の範囲にあることが望ましい。また、配列規制領域の配列ピッチ  $L$  は、液晶の螺旋ピッチを  $p$  としたとき、 $5p < L < 100p$  の関係にあることが好ましい。これらの範囲よりも広がった場合には規制力の及ばない領域が存在しやすくなり、フォーカルコニック状態におけるドメイン間の散乱が増す。一方、上記範囲よりも小さい場合には開口率の低下の問題や素子製造工程の複雑化の問題が生じる。

#### 【0086】

また、特に配列ピッチが細かくなった場合に、配列ピッチが一様であると突起状構造物による光回折現象が生じ、表示素子として観察した場合に回折光による視認性の低下が生じる。このような現象を回避するためには、配列ピッチを液晶素子内で適当に変化させる（例えば、ランダムピッチとする）ことが有効である。

#### 【0087】

これらの配列規制領域は素子内において一方向のみの形状（直線状）を有するものであってもよいが、セル内で方向が変化する、例えば、図 1 2 (a) に示すような“く”の字形状などの屈曲部を有する形状にすることにより、光入射方向に依存することのない一様な光透過特性が得られることとなる。図 1 2 (b) のように、規制力を付与する部位を周期的に向きを変えて配置するようにしてもよい。

#### 【0088】

一般に、液晶表示素子を作製する場合にマトリクス画素（縦、横に規則正しく整列した画素群）を形成するが、図 1 2 (c) に示すように、上記規制力を付与

する構造物の配列方向  $b$  は、直線状もしくは“く”の字状を選択した場合でも、画素配列方向  $a$  とは異なる方が望ましい。

#### 【0089】

なお、配列規制領域、すなわち、突起状構造物、電極の溝、絶縁膜の溝、配向規制力の異なる領域等の配列ピッチや形状は、マスクや版の形状を変更することにより任意に変更できる。また、配向規制発現領域は一方の基板のみに設けてもよいし、両方の基板に設けてもよい。

(積層型液晶素子、図13～図16参照。)

フォーカルコニック状態における液晶分子の螺旋軸の方向を規則的にすることによる光散乱の低減の効果は、単層の素子だけでなく、複数の素子を積層した積層型素子にも発現する。積層型素子の場合、通常、1層目に入射した光が1層目の液晶層で散乱し、2層目には直進成分と散乱成分が入射することになりさらに散乱成分が増加してしまう。従って、少なくとも最も観察側の第1番目の素子に液晶の螺旋軸の方向を規則的にするための配列規制領域を形成することにより、効果的に積層型素子の特性向上につなげることができる。

(1) フルカラー用素子 (図13、図14参照。)

このような積層型素子として、室温でコレステリック相を示し且つ誘電異方性が正である液晶組成物を用い、かつ各素子の選択反射波長を赤色、緑色、青色に調整した液晶材料を用いることにより、反射型フルカラー液晶表示素子が実現できる。

#### 【0090】

図13に示す積層型素子200は、観察側から順に青色表示用液晶素子50、緑色表示用液晶素子51、赤色表示用液晶素子52を積層し、最背面に光吸収層30を設けている。各素子の基本構成は図1(a)に示したものと同様であるが、各素子の液晶層に含まれる液晶組成物の選択反射波長が異なっており、素子50においては青色領域に選択反射のピーク波長を有する液晶組成物24aが用いられ、素子51においては緑色領域に選択反射のピーク波長を有する液晶組成物24bが用いられ、素子52においては赤色領域に選択反射のピーク波長を有する液晶組成物24cが用いられている。各素子毎にスペーサの径が最適化されて

いてもよい。

#### 【0091】

各素子の積層順は特に問わないが、コレステリック液晶の選択反射特性を考慮し、観察側から順に青色用素子、緑色用素子、赤色用素子とすることによりプレーナ状態の明るさや色純度等の表示特性が向上する。

#### 【0092】

各素子は接着層23によって貼り合される。貼り合せは、例えば、各素子間に接着剤を滴下し各素子での画素の位置ずれがないようにアライメントをし、各素子を接着することによって行う。この場合、接着剤としては、熱硬化性樹脂材料や光硬化性樹脂材料などの硬化性樹脂材料、あるいは、熱可塑性樹脂などを用いることができる。各素子を粘着剤や粘着シートで貼り合せるようにしてもよい。なお、各液晶層間の基板は兼用されていてもよい。

#### 【0093】

図13に示す積層型素子200では、フォーカルコニック状態の光散乱を低減させるための規制手段である突起状構造物13は、各素子毎に設けている。特に、各素子毎に配列ピッチ、高さ、材料を最適化したものを用いることにより表示特性をさらに向上することができる。図14に示す積層型素子201に示すように、突起状構造物13を観察側の素子50のみに設けてもよい。

#### 【0094】

透明電極に形成する溝、絶縁膜に形成する溝、及び配向膜上の配向規制力の異なる領域に関しても、全ての素子にこれらを設けたり、一部の素子（特に、観察側の素子）のみにこれらを設けてもよい。

#### （2）高反射率素子（図15、図16参照。）

図15に示す積層型素子300のは、互いに旋光方向の異なる液晶組成物24d、24eをそれぞれ含む2つの液晶素子53、54を積層したものである。一般に、コレステリック液晶がプレーナ状態にあるとき、液晶分子の螺旋軸に平行な方向から入射した光は右旋光と左旋光の2つの円偏光に分かれ、一方は液晶層を透過し、他方は液晶分子によって反射される。よって、素子300のように、互いに旋光方向の異なる複数の素子を積層することにより、光の利用効率を高め

ることができ、例えば、素子 5 3、5 4 の螺旋ピッチをほぼ同一にした場合、片側旋光のみの素子に比べて約 2 倍の反射率を得ることができる。

## 【0095】

また、図 1 6 の積層型素子 3 0 1 に示すように、1 / 2 波長板 2 9 を間に介して同じ液晶素子 5 3 を積層することにより、積層型素子 3 0 0 と同様に光の利用効率を高めることができ、反射率の高い明るい素子が得られる。

## 【0096】

いずれにしても、少なくとも一つの液晶素子に、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を基板面と略平行な面内で規則的に配列させるための配列規制手段を備えることによって、極めてコントラストの高い積層型素子を得ることができる。

## 【0097】

以上、各種の実施形態について説明したが、本発明は上記各実施形態のみに限定されるものではなく、種々の変形が可能である。配向規制手段についても種々の方法を採用することができる。

## 【0098】

## 【実験例】

以下、本発明の実験例について説明する。もちろん、材料種や数値等はあくまでも一例であって、本発明がこの実験例に限られるものではない。

## &lt;実験例 1&gt;

本実験例では、突起状構造物を設ける構成例を示す。

## 【0099】

I T O 付ガラス基板（セントラルガラス社製）を 2 枚使用し、各基板の I T O をフォトリソ法によって帯状にパターンニングした（電極幅 3 0 0  $\mu$  m、ピッチ 3 5 0  $\mu$  m）。次に、以下の手順で一方の基板の I T O 形成面に突起状構造物を形成した。

## 【0100】

まず、2 0 0 0 r p m、3 0 秒の条件でポジ型レジスト（J S R 社製 P C 4 0 3）を基板の I T O 形成面にスピコートした。そして、クリーンオープンを用

いて90℃で2分間プリベイクした。

【0101】

次に、帯状の開口部（幅4  $\mu\text{m}$ ）がピッチ10  $\mu\text{m}$ で形成されたフォトマスクを使用し、紫外線露光装置を用いて100  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外線を照射した。そして、現像液（JSR社製PD-523ADの0.2%希釈液）で90  $\text{sec}$ 現像し、超純水流水によるリンスを行って不要部を除去し、高さ1.5  $\mu\text{m}$ の帯状の構造物を形成した。

【0102】

その後、この構造物を紫外線露光装置によってポスト露光した（300  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）。そして、吸着ホットプレートを用いて150℃で5分間ポストベイクし、上記構造物に傾斜部を形成した。最後に、クリーンオープンを用いて、150℃で120分間本硬化処理を行い、断面が台形状の突起状構造物を形成した。突起状構造物は、高さが約1.5  $\mu\text{m}$ 、上面の幅が約4  $\mu\text{m}$ 、下面の幅が約8  $\mu\text{m}$ 、両斜面部の幅がそれぞれ約2  $\mu\text{m}$ であった。

【0103】

次に、突起状構造物の形成された基板面およびもう一方の基板のITO形成面に、それぞれポリシラザン溶液L120（東燃社製）を用い、スピンコート法により両基板の電極面に厚さ1000  $\text{\AA}$ の薄膜を形成し、120℃の恒温槽中で2時間加熱し、さらに、90℃、湿度85%の恒温恒湿槽中で3時間加熱することにより絶縁膜を形成した。そして、フレキソ印刷によってポリイミド材料（JSR社製AL-8044）を塗布し、80℃で2分間仮焼成した。さらに、160℃で60分間焼成することにより配向膜を形成した。

【0104】

そして、突起状構造物の形成された基板上に5  $\mu\text{m}$ のスペーサ（積水化学社製マイクロパールSP2050  $\mu\text{m}$ ）を散布し、他方の基板に液晶注入口を残してシール剤（三井化学社製XN21S）を形成した上で両基板を貼り合せ、空セルを作製した。

【0105】

液晶組成物としては、メルク社製ネマティック液晶E-31LVに、メルク社

製カイラル剤 S-811 を 24.5 wt % 添加して、選択反射のピーク波長が  $\lambda = 550 \text{ nm}$  に調整されたカイラルネマティック液晶を用いた。液晶組成物の螺旋ピッチは約 343 nm であった。そして、この液晶組成物を真空注入法によりセルに注入した。最後に液晶注入口を封止剤で封止して液晶光変調素子とした。

## 【0106】

こうして得られた液晶光変調素子の上下基板の透明電極間に電圧を印加してフォーカルコニック状態にした後、素子の特性評価を行った。評価は分光光度計（日立）を用い、積分球から離して透過率を測定することによって行った。

## 【0107】

その結果、素子の透過率は 78 % となった。比較のため突起状構造物を設けない以外は上記と同じ手順で素子を作製したところ、透過率は 62 % であった。突起状構造物の有無によるドメインの様子の違いを確認するため、フォーカルコニック状態にした素子の偏光顕微鏡観察を行ったところ、突起状構造物を設けた本実験例の素子では、液晶の螺旋軸の方向が規制され、螺旋軸が揃った状態であることが観察された。これに対して、突起状構造物を設けていない比較用素子では、各ドメインの螺旋軸がランダムになるように各ドメインが配列しているのが観察された。

## 【0108】

突起状構造物の高さ、幅、配列ピッチを種々変更してその影響を調べたところ、これらの値が大きすぎたり小さすぎて、先に説明した範囲を越える透過率が低下する傾向が見られた。

## 【0109】

また、突起状構造物の配列ピッチを一様なものとランダムなものに変化させてその影響を調べたところ、透過率は同等の値を示したが、配列ピッチが一様なものでは、特定の角度で回折光が観察され、視認性が低下しやすくなる傾向が見られた。

## 【0110】

さらに、突起状構造物の配列方向と画素配列方向とを種々変更してその影響を調べたところ、透過率はいずれも同等の値を示したが、両者の方向が揃っている



場合は、モアレにより表示品位が悪化しやすくなる傾向が見られた。

#### 【0111】

さらにまた、突起状構造物の長手方向の形状を直線状のものとの字状にしたものに変化させてその影響を調べたところ、いずれの場合も透過率は同等であったが、突起状構造物の形状が直線状である場合は、突起状構造物の配列方向と同一方向から観察した場合と垂直方向から観察した場合とで視認性が異なりやすくなる傾向が見られた。

#### <実験例2>

本実験例では、透明電極に溝を設ける構成例を示す。

#### 【0112】

I T O 付ガラス基板（セントラルガラス社製）を2枚使用し、各基板のI T O をフォトリソ法によって帯状にパターニングした（電極幅 $300\mu\text{m}$ 、ピッチ $350\mu\text{m}$ ）。この際、一方の基板には、以下の手順でI T O をパターニングすると同時に溝も形成した。

#### 【0113】

まず、基板のI T O 形成面にポジ型レジスト（東京応化社製O F P R - 8 0 0 ）をスピコートし、クリーンオープンを用いて、 $80^{\circ}\text{C}$ で15分間プリベイクした。その後、帯状の開口部（幅 $4\mu\text{m}$ ）がピッチ $10\mu\text{m}$ で形成された領域が $300\mu\text{m}$ 、遮光部が幅 $50\mu\text{m}$ で交互に形成されたフォトマスクを介して紫外線露光装置により $30\text{mJ}/\text{cm}^2$ で露光を行った。

#### 【0114】

次に、現像液（トクヤマ社製S D - 1）を用いて現像を行い、超純水流水によってリンスすることにより不要部を除去し、 $120^{\circ}\text{C}$ で15分間ポストベイクした。その後、塩鉄液D（林純薬社製）を用いて20分間I T O のエッチング処理を行った。最後に、N a O H の2%水溶液を用いて、2分間レジスト剥離処理を行った。こうして、一方の基板上に溝の形成されたI T O パターンを形成した。

#### 【0115】

その後、実験例1と同様の手順で、絶縁膜及び配向膜の形成、スペーサ散布、シール剤形成、基板貼り合せ、液晶注入を行い、液晶光変調素子を作製した。

【0 1 1 6】

得られた液晶光変調素子に電圧を印加しフォーカルコニック状態にした後、実験例 1 と同様の手順で評価を行った。その結果、透過率は 8 2 % となった。

【0 1 1 7】

溝の幅や配列ピッチを種々変更してその影響を調べたところ、これらの値が大きすぎたり小さすぎて先に説明した範囲を越えると透過率が低下する傾向が見られた。

【0 1 1 8】

また、溝の配列ピッチを一様なものとランダムなものに変化させてその影響を調べたところ、透過率は同等の値を示したが、配列ピッチが一様なものでは、特定の角度で回折光が観察され、視認性が低下しやすくなる傾向が見られた。

【0 1 1 9】

さらに、溝の配列方向と画素配列方向とを種々変更してその影響を調べたところ、透過率はいずれも同等の値を示したが、両者の方向が揃っている場合は、モアレにより表示品位が悪化しやすくなる傾向が見られた。

【0 1 2 0】

溝の長手方向の形状を直線状のものとかくの字状にしたものに変化させてその影響を調べたところ、いずれの場合も透過率は同等であったが、溝の形状が直線状である場合は、溝の配列方向と同一方向から観察した場合と垂直方向から観察した場合とで視認性が異なりやすくなる傾向が見られた。

<実験例 3>

本実験例では、配向膜にラビング処理を施す構成例を示す。

【0 1 2 1】

I T O 付ガラス基板（セントラルガラス社製）を 2 枚使用し、各基板の I T O をフォトリソ法によって帯状にパターニングした（電極幅 3 0 0  $\mu$  m、ピッチ 3 5 0  $\mu$  m）。

【0 1 2 2】

次に、両基板の I T O 形成面に、それぞれ絶縁性材料を塗布し焼成することにより絶縁膜を形成した。そして、フレキソ印刷によってポリイミド材料（J S R

社製AL-8044)を塗布し、80℃で2分間仮焼成した。さらに、160℃で60分間、焼成することにより配向膜を形成した。

【0123】

次に、一方の基板の配向膜形成面にポジ型レジスト(東京応化社製OFPR-800)を配向膜上にスピコートし、クリーンオープンを用いて、80℃で15分間プリベイクした。

【0124】

そして、実験例1で用いたのと同様の開口部を有したフォトマスクを用いて、紫外線露光装置を用いて、 $30\text{ mJ/cm}^2$ 露光した。次に、現像液(トクヤマ社製SD-1)を用いて現像し、超純水流水を用いてリンスすることにより不要部分を除去した。その後、120℃で15分間ポストベイクした。こうして、次のラビング処理に対するマスク層を形成した。

【0125】

次に、マスク層の形成された基板に対してラビング処理を行った。ラビング処理は、毛先押し込み長さ0.4mm、ロール半径75mmの植毛ロールを用いて、ロール回転数900rpm、基板移動速度30mm/秒の条件で、マスク層の上から2回ラビングすることで行った。

【0126】

ラビング処理後、イソプロピルアルコール(IPA)を用いて2分間レジスト剥離を行ってマスク層を除去した。そして、実験例1と同様の手順で、スペーサ散布、シール剤形成、基板貼り合せ、液晶注入を行い、液晶光変調素子を作製した。

【0127】

得られた液晶光変調素子に電圧を印加しフォーカルコニック状態にした後、実験例1と同様にして測定を行ったところ、透過率は約80%であった。

【0128】

ラビング処理部の幅や配列ピッチを種々変更してその影響を調べたところ、これらの値が大きすぎたり小さすぎて先に説明した範囲を越えると透過率が低下する傾向が見られた。

## 【 0 1 2 9 】

また、ラビング処理部の配列ピッチを一様なものとランダムなものに変化させてその影響を調べたところ、透過率は同等の値を示したが、配列ピッチが一様なものでは、特定の角度で回折光が観察され、視認性が低下しやすくなる傾向が見られた。

## 【 0 1 3 0 】

さらに、ラビング処理部の配列方向と画素配列方向とを種々変更してその影響を調べたところ、透過率はいずれも同等の値を示したが、両者の方向が揃っている場合は、モアレにより表示品位が悪化しやすくなる傾向が見られた。

## 【 0 1 3 1 】

ラビング処理部の形状を直線状のものとくの字状にしたものに変化させてその影響を調べたところ、いずれの場合も透過率は同等であったが、ラビング処理部の形状が直線状である場合は、ラビング処理部の配列方向と同一方向から観察した場合と垂直方向から観察した場合とで視認性が異なりやすくなる傾向が見られた。

## &lt; 実験例 4 &gt;

本実験例では、配向膜に光配向処理を施す構成例を示す。

## 【 0 1 3 2 】

I T O 付ガラス基板（セントラルガラス社製）を 2 枚使用し、各基板の I T O をフォトリソ法によって帯状にパターニングした（電極幅 3 0 0  $\mu$  m、ピッチ 3 5 0  $\mu$  m）。

## 【 0 1 3 3 】

次に、両基板の I T O 形成面に、それぞれポリシラザン溶液 L 1 2 0（東燃社製）を用い、スピコート法により両基板の電極面に厚さ 1 0 0 0 Å の薄膜を形成し、1 2 0℃の恒温槽中で 2 時間加熱し、さらに、9 0℃、湿度 8 5 % の恒温恒湿槽中で 3 時間加熱することにより絶縁膜を形成した。そして、ポリイミド材料（日立化成社製 T T - 0 5 4）を、3 0 0 0 r p m、3 0 秒間の条件でスピコートし、1 0 0℃で 1 分間仮焼成した。さらに、2 3 0℃で 3 0 分間焼成することにより、配向膜を形成した。

## 【 0 1 3 4 】

そして、一方の基板の配向膜に対して、実験例 1 と同様の開口部が形成されたフォトマスクと偏光板とを介して、紫外線照射装置により  $5 \text{ J} / \text{cm}^2$  で照射角度  $15^\circ$  として光照射を行い、部分的に光配向処理を行った。

## 【 0 1 3 5 】

その後、実験例 1 と同様の手順で、スペーサ散布、シール剤形成、基板貼り合せ、液晶注入を行い、液晶光変調素子を作製した。

## 【 0 1 3 6 】

得られた液晶光変調素子に電圧を印加しフォーカルコニック状態にした後、実験例 1 と同様にして測定を行ったところ、透過率は約  $80\%$  であった。

## 【 0 1 3 7 】

光配向処理部の幅や配列ピッチが大きすぎたり小さすぎて先に説明した範囲を越えると透過率が低下する傾向にある点、光配向処理部の配列ピッチを素子内で一様とすると透過率は同等であるが回折光による影響で視認性が低下しやすくなる傾向にある点、光配向処理部の配列方向を画素配列方向と同一とした場合に透過率は同等であるが、モアレの影響で表示品位が悪化しやすくなる傾向にある点、光配向処理部の配列を一直線とした場合に透過率は同等であるが、配列と同一方向から観察した場合と垂直方向から観察した場合とで視認性が異なりやすくなる点は、実験例 3 と同様であった。

## &lt; 実験例 5 &gt;

本実験例では、絶縁膜に溝を形成する構成例を示す。

## 【 0 1 3 8 】

I T O 付ガラス基板（セントラルガラス社製）を 2 枚使用し、各基板の I T O をフォトリソ法によって帯状にパターンニングした（電極幅  $300 \mu\text{m}$ 、ピッチ  $350 \mu\text{m}$ ）。

次に、一方の基板の I T O 形成面に、ポジ型レジスト（J S R 社製 P C 3 3 5）を、 $3000 \text{ rpm}$ 、30 秒間の条件でスピンコートし、クリーンオープンを用い、 $90^\circ\text{C}$  で 2 分間ブリベイクした。その後、幅  $2 \mu\text{m}$ 、配列ピッチ  $10 \mu\text{m}$  の開口部が形成されたフォトマスクを介して、紫外線露光装置により  $100 \text{ mJ}$

／ $\text{cm}^2$ 露光を行った。

【0139】

そして、現像液（JSR社製PD-523AD）の5倍希釈液を用いて、90秒間現像し、超純粋流水を用いてリンスすることにより不要部分を除去した。次に、紫外線露光装置を用いて $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ ポスト露光を行った。最後に、クリーンオープンを用いて、 $150^\circ\text{C}$ で120分間本硬化を行って帯状の溝を有する高さ $0.5\mu\text{m}$ の絶縁膜を形成した。

【0140】

その後、実験例1と同様の手順で、配向膜の形成、スペーサ散布、シール形成、基板貼り合せ、液晶注入の各工程を経て、液晶光変調素子を作製した。

【0141】

得られた液晶光変調素子の電極間に電圧を印加しフォーカルコニック状態にした後、実験例1と同様にして測定を行ったところ、透過率は約80%であった。

【0142】

溝の幅や配列ピッチを種々変更してその影響を調べたところ、これらの値が大きすぎたり小さすぎて先に説明した範囲を越えると透過率が低下する傾向が見られた。

【0143】

また、溝の配列ピッチを一様なものとランダムなものに変化させてその影響を調べたところ、透過率は同等の値を示したが、配列ピッチが一様なものでは、特定の角度で回折光が観察され、視認性が低下しやすくなる傾向が見られた。

【0144】

さらに、溝の配列方向を溝の配列方向と画素配列方向とを種々変更してその影響を調べたところ、透過率はいずれも同等の値を示したが、両者の方向が揃っている場合は、モアレにより表示品位が悪化しやすくなる傾向が見られた。画素配列方向と同一とした場合も透過率は同等であったが、モアレにより表示品位がやや悪化した。

【0145】

さらにまた、溝の長手方向の形状を直線状のものとくの字状にしたものに変

化させてその影響を調べたところ、いずれの場合も透過率は同等であったが、溝の形状が直線状である場合は、溝の配列方向と同一方向から観察した場合と垂直方向から観察した場合とで視認性が異なりやすくなる傾向が見られた。

#### ＜実験例 6＞

本実験例では、積層型液晶素子において、突起状構造物を設ける構成例を示す。

#### 【0146】

基板として、可撓性を有するITO付きフィルムFST-5352（住友ベークライト社製）を2枚用いた。これらの基板上のITOをフォトリソグラフィ工程により、電極ピッチ $350\mu\text{m}$ 、電極幅 $300\mu\text{m}$ でパターンニングし、帯状の透明電極を形成した。次に、一方の基板（第1基板とする）の透明電極形成面に、ピッチ $10\mu\text{m}$ 、高さ $1.5\mu\text{m}$ 、頭頂部幅 $4\mu\text{m}$ 、傾斜部幅 $2\mu\text{m}$ の断面台形状の突起状構造物を、実験例1と同様にして形成した。

#### 【0147】

そして、ポリシラザン溶液L120（東燃社製）を用い、スピンコート法により両基板の透明電極形成面に、厚さ $1000\text{\AA}$ の薄膜を形成し、 $120^{\circ}\text{C}$ の恒温槽中で2時間加熱し、さらに、 $90^{\circ}\text{C}$ 、湿度85%の恒温恒湿槽中で3時間加熱することにより、絶縁膜を形成した。次に、配向膜材料AL4552（JSR社製）を用いて、スピンコート法で両基板の絶縁膜上に厚み $500\text{\AA}$ の薄膜を形成し、 $165^{\circ}\text{C}$ で2時間恒温槽中で加熱し、配向膜を形成した。なお、配向膜のラビング処理は行わないようにした。

#### 【0148】

次に、第1基板の周辺部に、スペーサとして粒径が $5\mu\text{m}$ のマイクロパールSP-205を混入した紫外線硬化型樹脂（エポキシ樹脂）材料のUV RESIN T-470/UR-7092（長瀬チバ社製：ガラス転移点 $144^{\circ}\text{C}$ ）を、スクリーン印刷法により塗布した後、 $4\text{kW}$ の高圧水銀灯HMW-244-11CM（オーク社製）により、積算光量で $4000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 照射して、シールを形成した。このとき、シールは表示領域を囲む環状構造とした。シールとなる樹脂材料を描画後、第1基板に対しては、真空吸着可能なホットプレート上で吸着

固定して80℃で30分間加熱した。

【0149】

次に、突起状構造物を設けていない方の基板（第2基板とする）上に、第1及び第2基板を接着するための樹脂構造物を形成した。ここでは、熱可塑性樹脂であるポリエステル樹脂（スリーボンド社製アロンメルトPES-360SA40）を用いて、スクリーン印刷法により、直径50 $\mu$ m、ピッチ350 $\mu$ m、高さ6.5 $\mu$ mで格子状に樹脂構造物を配置した。

【0150】

こうして、貼り合わせ前の2枚の基板を作製し、ホットプレート上に第1基板を真空吸着し、予め所望の粒径のスペーサを分散させた液晶組成物を基板上の端部に塗布した。次に、第2基板を、液晶組成物を塗布した側の端部で両基板を互いの帯状電極が直交するように重ね合わせ、加熱ローラ及び加圧ローラによって押圧することにより貼り合わせた。

【0151】

貼り合わせに際して、第1基板に関しては配向膜が形成されている面を上にして80℃に予め加熱されているホットプレート上に真空吸着して固定し、第1基板の端部に液晶組成物を滴下した。滴下量はシールと両基板とで囲まれた体積以上の量を滴下した。

【0152】

液晶組成物は、ネマティック液晶E44にカイラル材S811を（共にメルク社製）32wt%添加したものをを用いた。また、液晶組成物には、スペーサとして粒径が5 $\mu$ mのマイクロパールSP-205を混合しておいた。こうして、液晶層の選択反射波長が490nmの青色表示用液晶素子を作製した。液晶組成物の螺旋ピッチは約306nmであった。

【0153】

以下同様の手順で、緑色表示用液晶素子及び赤色表示用液晶素子を作製した。液晶組成物としては、ネマティック液晶E44にカイラル材S811（共にメルク社製）を緑色表示用表示素子は30wt%、赤色表示用液晶素子は25wt%を添加したものをを用いた。また、スペーサは、基板間ギャップをそれぞれ7 $\mu$ m



、 $9\mu\text{m}$ とするため、粒径 $7\mu\text{m}$ のSP207、粒径 $9\mu\text{m}$ のSP209（共に積水ファインケミカル社製）を用いた。緑色表示用液晶素子の選択反射波長は $560\text{nm}$ 、赤色表示用液晶素子の選択反射波長は $680\text{nm}$ であった。液晶組成物の螺旋ピッチはそれぞれ、約 $350\text{nm}$ 、約 $425\text{nm}$ であった。

【0154】

このようにして、各色表示用の素子を作製した後、各素子の画素を合せて各素子を粘着剤（積水社製WT-#5511）によって貼り合せ、第3層目の基板の透明電極が設けられていない面には光吸収層を設け、積層型液晶素子とした。

【0155】

上記積層型液晶素子の各素子に所定の電圧を印加して、全ての液晶層をフォーカルコニック状態とし、ミノルタ社製分光測色計CM3700dで測定したところ、Y値が3.5となった。突起状構造物が無い場合はY値が4.5であった。

<実験例7>

本実験例では、積層型液晶素子において、2つの素子に突起状構造物を設ける構成を示す。

【0156】

青色表示用液晶素子に加えて、緑色表示用液晶素子においても実験例6と同様の手順で、ピッチ $14\mu\text{m}$ 、高さ $1.5\mu\text{m}$ 、頭頂部幅 $4\mu\text{m}$ 、傾斜部 $2\mu\text{m}$ の突起状構造物を形成した以外は実験例6と同様にして積層型液晶素子を作製した。

【0157】

こうして得られた積層型液晶光変調素子の各素子に所定の電圧を印加して、全ての液晶層をフォーカルコニック状態とし、ミノルタ社製分光測色計CM3700dで測定したところ、Y値が3.1となった。

<実験例8>

本実験例では、積層型液晶素子において、3つの素子に突起状構造物を設ける構成を示す。

【0158】

青色表示用液晶素子及び緑色表示用液晶素子に加えて、赤色用表示素子におい

ても実験例 6 と同様の手順で、ピッチ  $18\ \mu\text{m}$ 、高さ  $1.5\ \mu\text{m}$ 、頭頂部幅  $4\ \mu\text{m}$ 、傾斜部  $2\ \mu\text{m}$  の突起状構造物を形成した以外は、実験例 6 と同様の手順で突起状構造物を作製し、積層型液晶素子を作製した。

【0159】

こうして得られた積層型液晶光変調素子の各素子に所定の電圧を印加して、全ての液晶層をフォーカルコニック状態とし、ミノルタ社製分光測色計 CM3700d で測定したところ、Y 値が 2.8 となった。

<実験例 9>

本実験例では、積層型液晶素子において、透明電極に溝を設ける構成を示す。

【0160】

緑色表示用液晶素子の観察側とは反対側の基板の透明電極上に、ピッチ  $10\ \mu\text{m}$ 、幅  $3.0\ \mu\text{m}$  の溝を形成し、突起状構造物を設けない以外は実験例 5 と同様の手順で緑色表示用液晶素子を作製した。なお、溝の形成方法は実験例 2 と同様にした。

【0161】

そして、青色表示用液晶素子及び赤色表示用液晶素子は、実験例 5 と同様の手順で、突起状構造物も透明電極上の溝も設けることなく作製し、積層型液晶素子を得た。

【0162】

こうして得られた積層型液晶光変調素子の各素子に所定の電圧を印加して、全ての液晶層をフォーカルコニック状態とし、ミノルタ社製分光測色計 CM3700d で測定したところ、Y 値が 3.4 となった。

<実験例 10>

本実験例では、積層型液晶素子において、3 つの素子に突起状構造物を設け、各素子の突起状構造物の大きさ及び配列ピッチを異ならせた構成を示す。

【0163】

突起状構造物を形成する際のフォトマスクを変更して、各素子の突起状構造物の大きさと配列ピッチを異ならせるようにした以外は、実験例 7 と同様の手順で、積層型液晶素子を作製した。なお、青色表示用液晶素子にはピッチ  $10\ \mu\text{m}$ 、

幅 3. 0  $\mu\text{m}$  の突起状構造物を、緑色表示用液晶素子にはピッチ 1 4  $\mu\text{m}$ 、高さ 3. 5  $\mu\text{m}$  の突起状構造物を、赤色表示用液晶素子にはピッチ 1 8  $\mu\text{m}$ 、高さ 4. 5  $\mu\text{m}$  の突起状構造物をそれぞれ形成した。

【0 1 6 4】

こうして得られた積層型液晶光変調素子の各素子に所定の電圧を印加して、全ての液晶層をフォーカルコニック状態とし、ミノルタ社製分光測色計 CM 3 7 0 0 d で測定したところ、Y 値が 2. 8 となった。

< 実験例 1 1 >

本実験例では、同一選択波長で螺旋方向が異なるセルを 2 層積層した構成を示す。

【0 1 6 5】

液晶組成物は、左旋性カイラルネマティック液晶材料として、ネマティック液晶 E - 3 1 L V にカイラル材 S - 8 1 1 ( いずれもメルク社製 ) を 2 4. 5 w t % 添加したものを用い、右旋性カイラルネマティック液晶材料として、ネマティック液晶 E - 3 1 L V にカイラル材 R - 8 1 1 ( いずれもメルク社製 ) を 2 4. 5 w t % 添加したものを用いた。いずれも、選択反射波長が 5 5 0 n m の緑色表示用液晶素子である。液晶組成物の螺旋ピッチはいずれも 3 4 3 n m であった。

【0 1 6 6】

そして、実験例 1 と同様の製造方法、突起状構造物にて各素子を作製した。作製した素子を透明粘着層を介して積層することにより、反射時の反射率が 7 3 %、透過時の反射率が 2 % の極めてコントラストの高い素子が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 液晶光変調素子の構成を示す断面図である。

【図 2】 突起状構造物を設けた場合の等電位曲線を示す図である。

【図 3】 液晶素子に電圧を印加した場合の電界分布を示す模式図である。

【図 4】 電圧除去後のフォーカルコニック状態における各液晶ドメインの螺旋軸方向を示す図である。

【図 5】 配列規制手段を設けた場合の、フォーカルコニック状態における各液晶ドメインの螺旋軸の方向を示す模式図である。

- 【図 6】 電極に溝を設けた場合の等電位曲線を示す図である。
- 【図 7】 液晶光変調素子の他の構成を示す断面図である。
- 【図 8】 液晶光変調素子の製造工程の一例を示す図である。
- 【図 9】 液晶光変調素子の製造工程の一例を示す図である。
- 【図 1 0】 液晶光変調素子の製造工程の一例を示す図である。
- 【図 1 1】 液晶光変調素子の製造工程の一例を示す図である。
- 【図 1 2】 他の配列規制手段を設けた実施形態を示す図である。
- 【図 1 3】 積層型液晶素子の構成を示す断面図である。
- 【図 1 4】 積層型液晶素子の他の構成を示す断面図である。
- 【図 1 5】 積層型液晶素子の他の構成を示す断面図である。
- 【図 1 6】 積層型液晶素子の他の構成を示す断面図である。
- 【図 1 7】 従来の液晶素子における、フォーカルコニック状態の各液晶ドメインの螺旋軸の方向を示す模式図である。

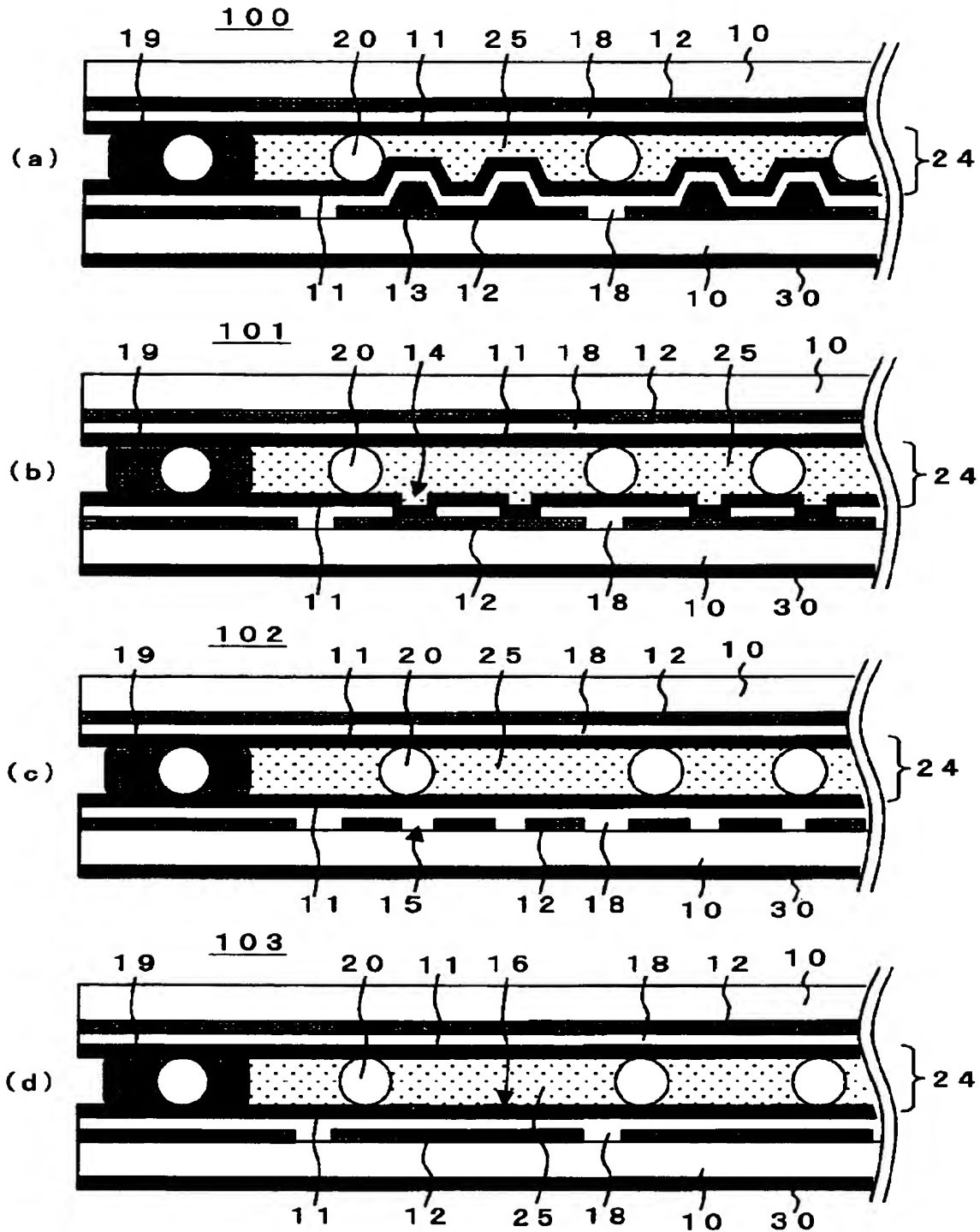
【符号の説明】

- 1 0 基板
- 1 1 配向膜
- 1 2 電極
- 1 3 突起状構造物
- 1 4 絶縁膜の溝
- 1 5 電極の溝
- 1 6 配向膜の配向規制力が異なる領域
- 1 8 絶縁層
- 1 9 シール
- 2 0 スペース
- 2 2 液晶の螺旋軸方向
- 2 3 接着層
- 2 4、2 4 a、2 4 b、2 4 c、2 4 d、2 4 e 液晶層
- 2 5 液晶組成物
- 2 6 等電位線

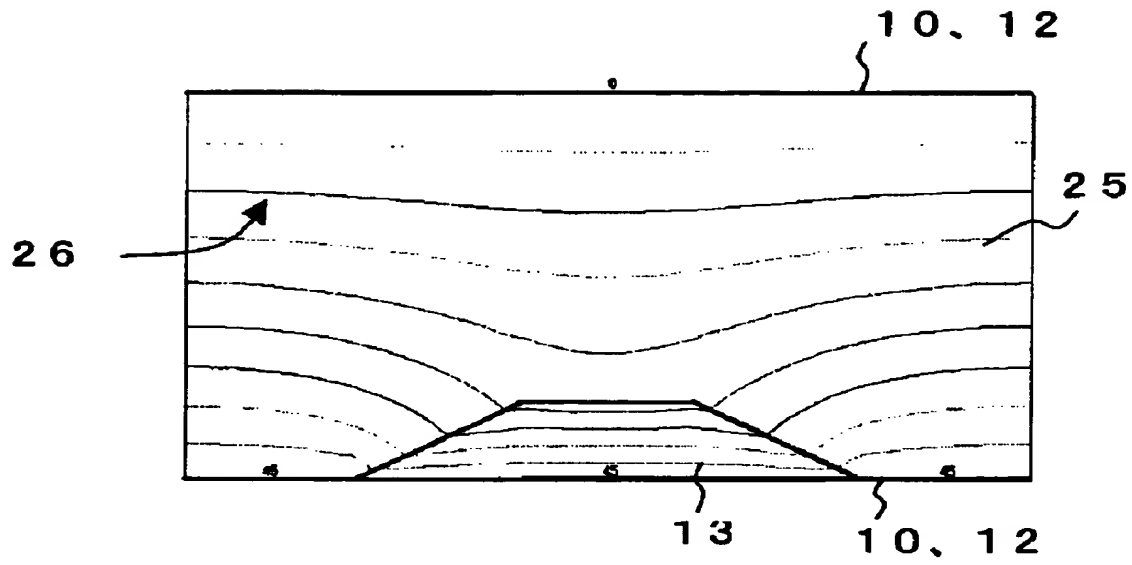
- 2 7 電界の方向
- 2 8 樹脂構造物
- 2 9 1 / 2 波長板
- 3 0 光吸収層
- 4 0、4 2 レジスト膜
- 4 1、4 3 レジスト膜の開口部
- 4 5 画素
- 5 1、5 2、5 3、5 4 素子
- 6 0 光源
- 6 2 マスク
- 6 3 開口部
- 6 4 ラビング処理
- 1 0 0、1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 液晶表示素子
- 2 0 0、2 0 1、3 0 0、3 0 1 積層型液晶表示素子

【書類名】 図面

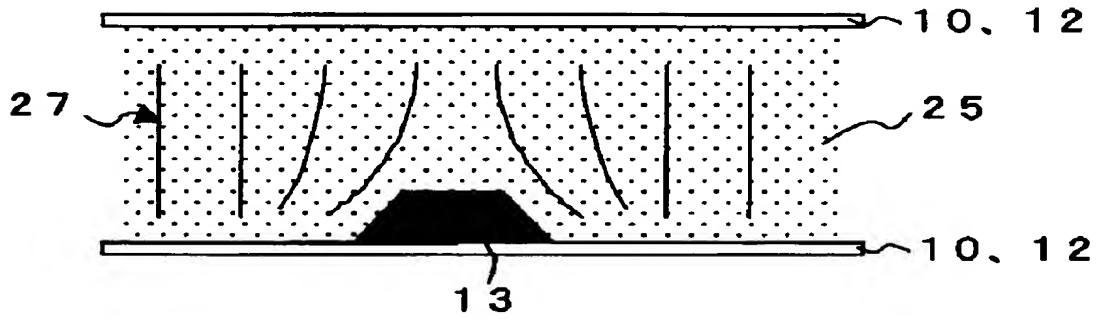
【図1】



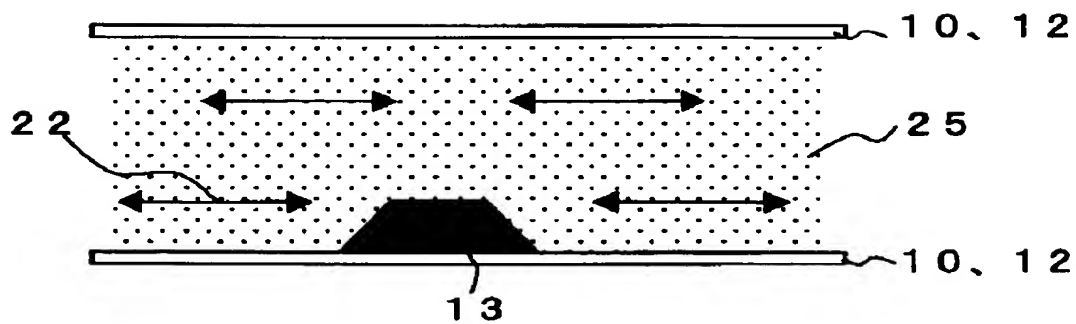
【図2】



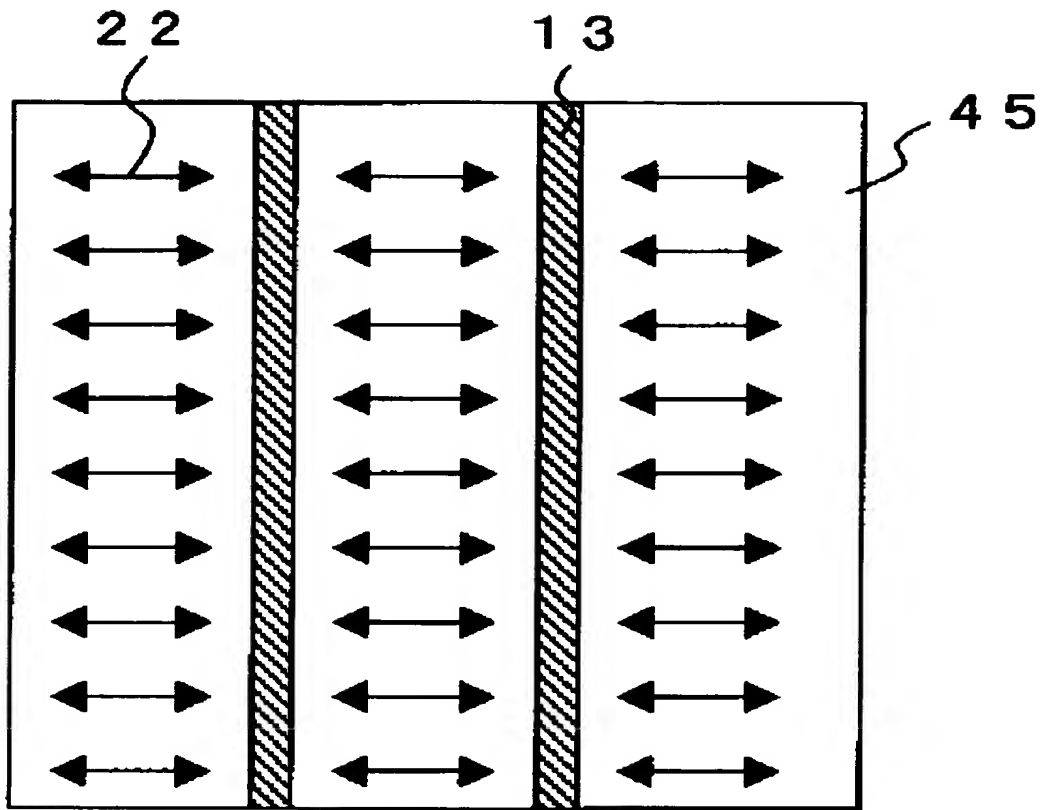
【図3】



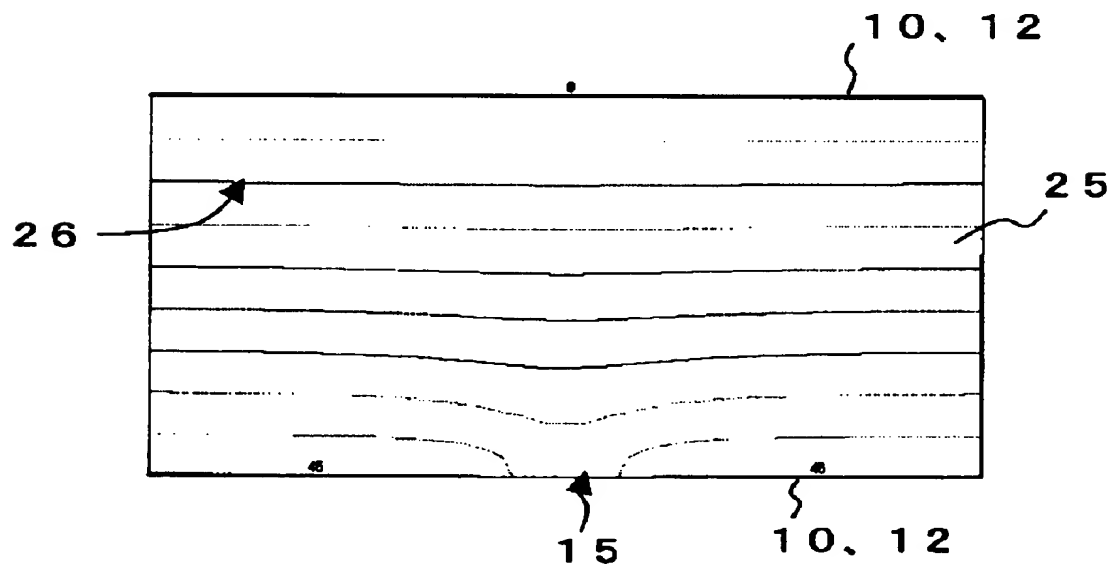
【図4】



【図 5】

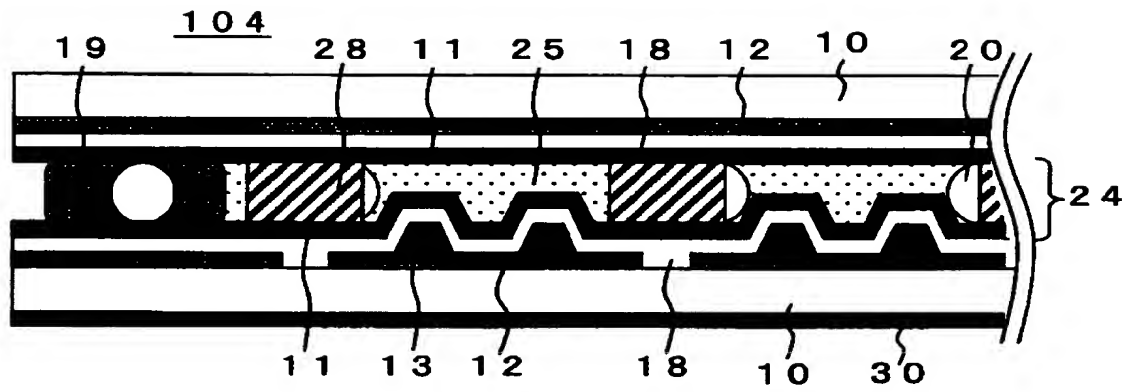


【図 6】

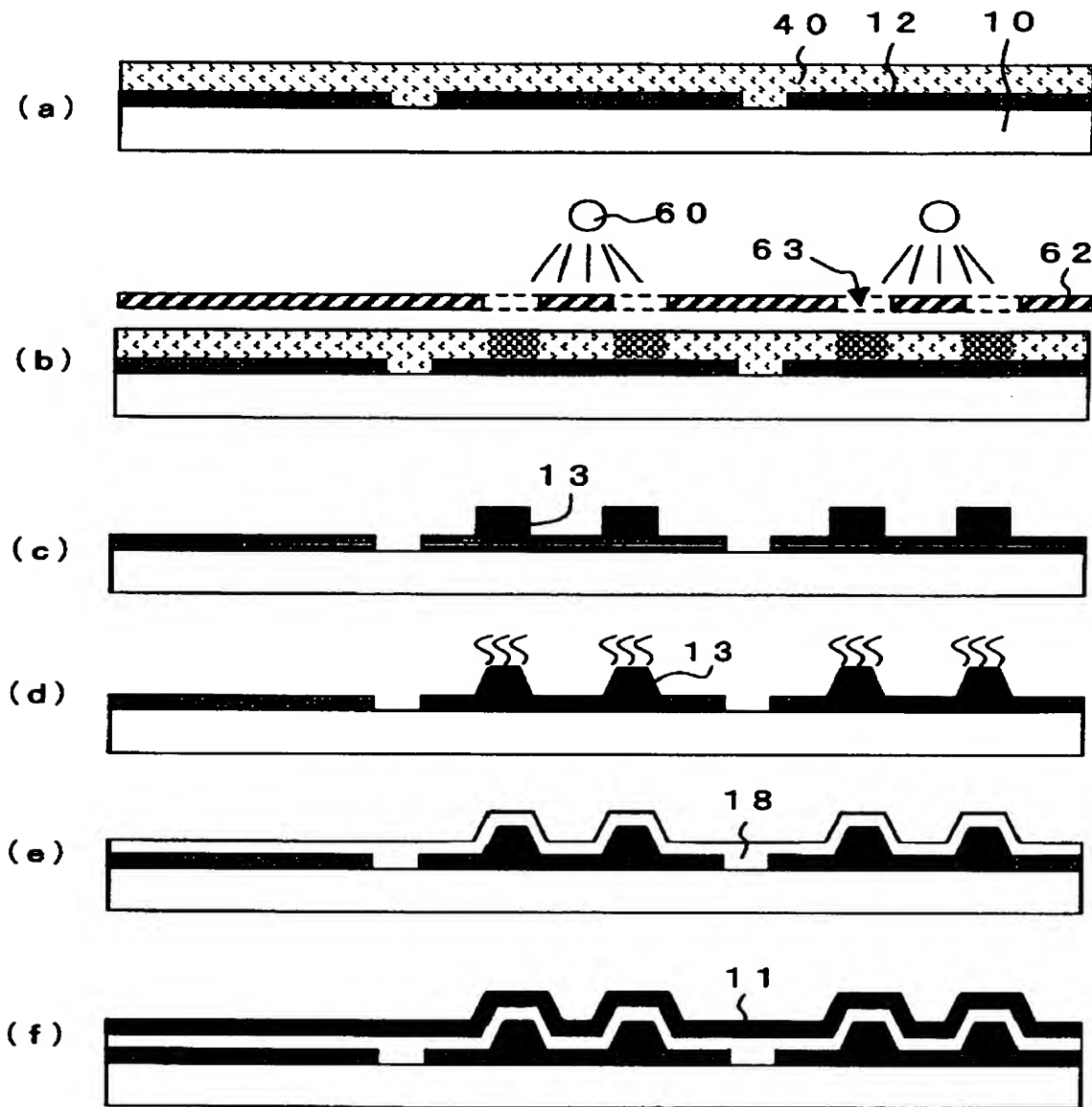




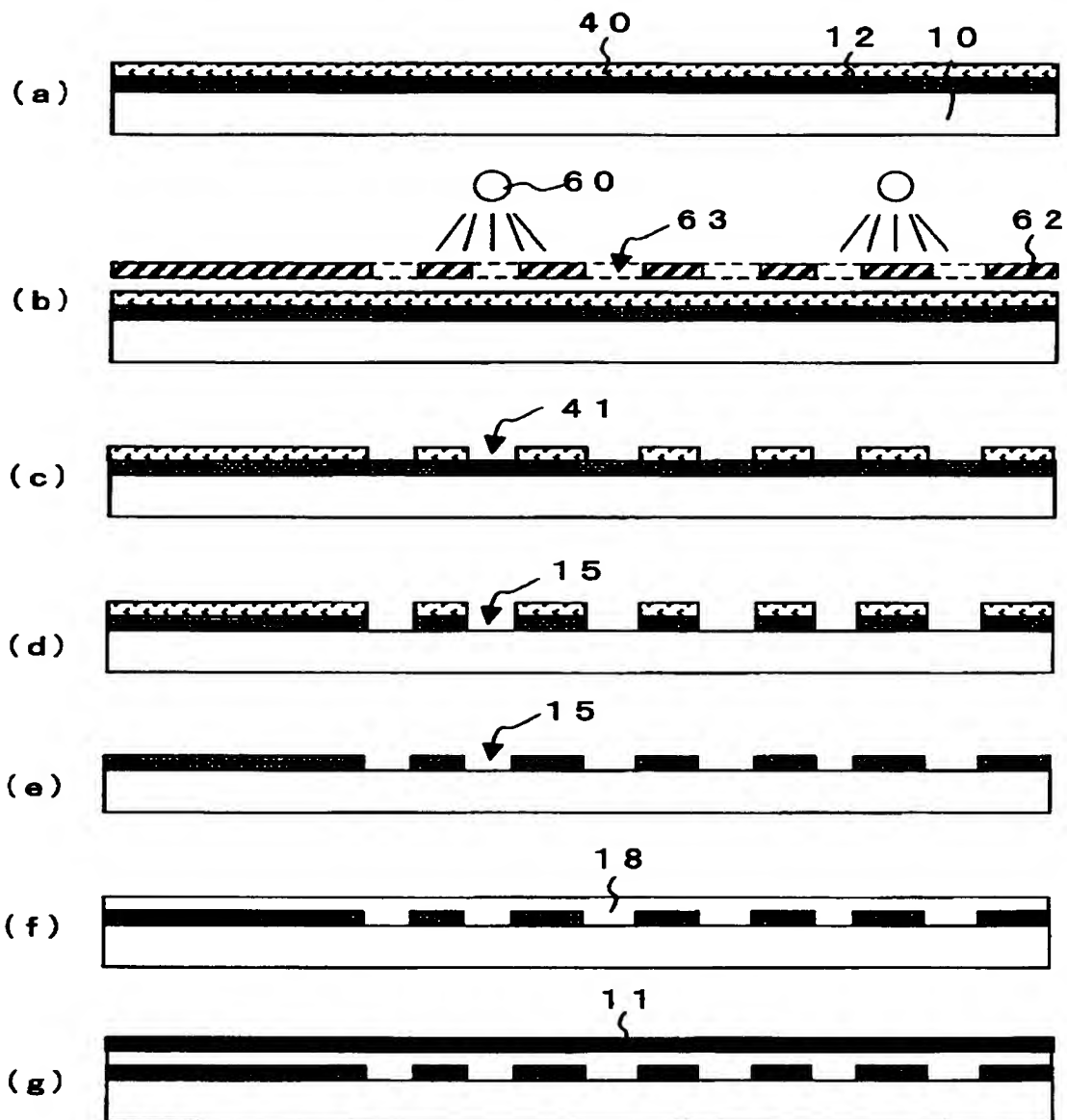
【図 7】



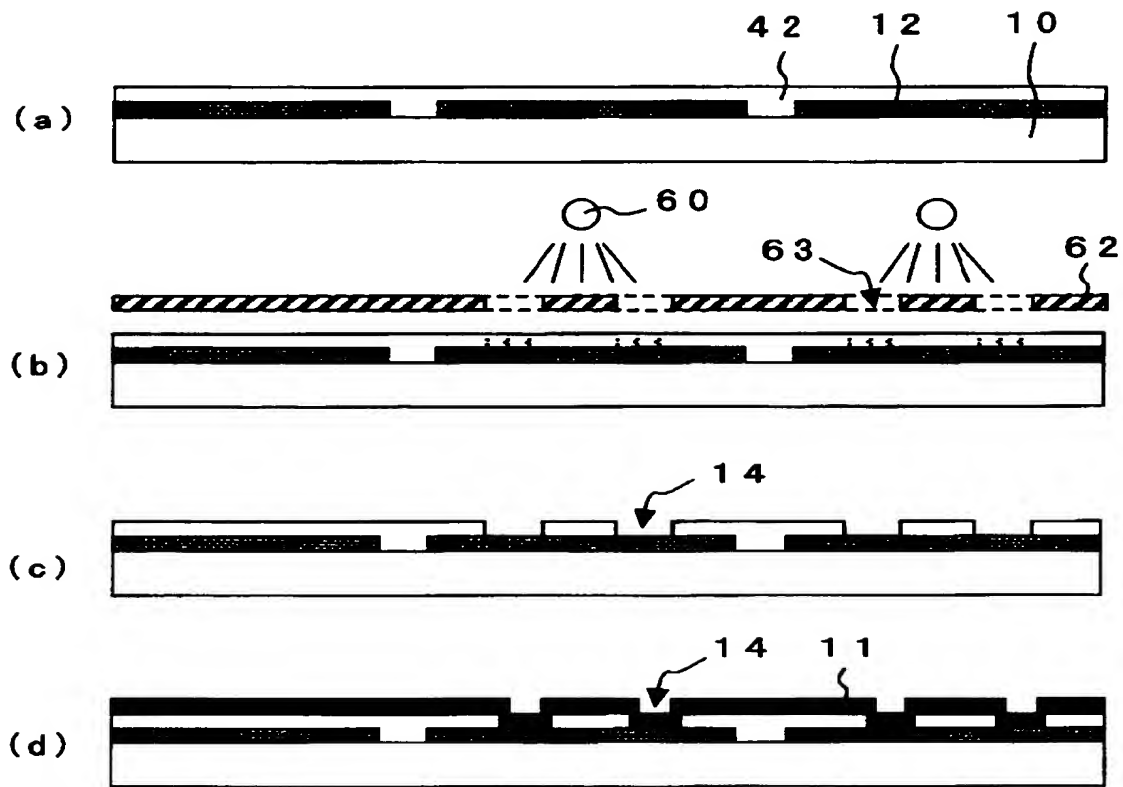
【図 8】



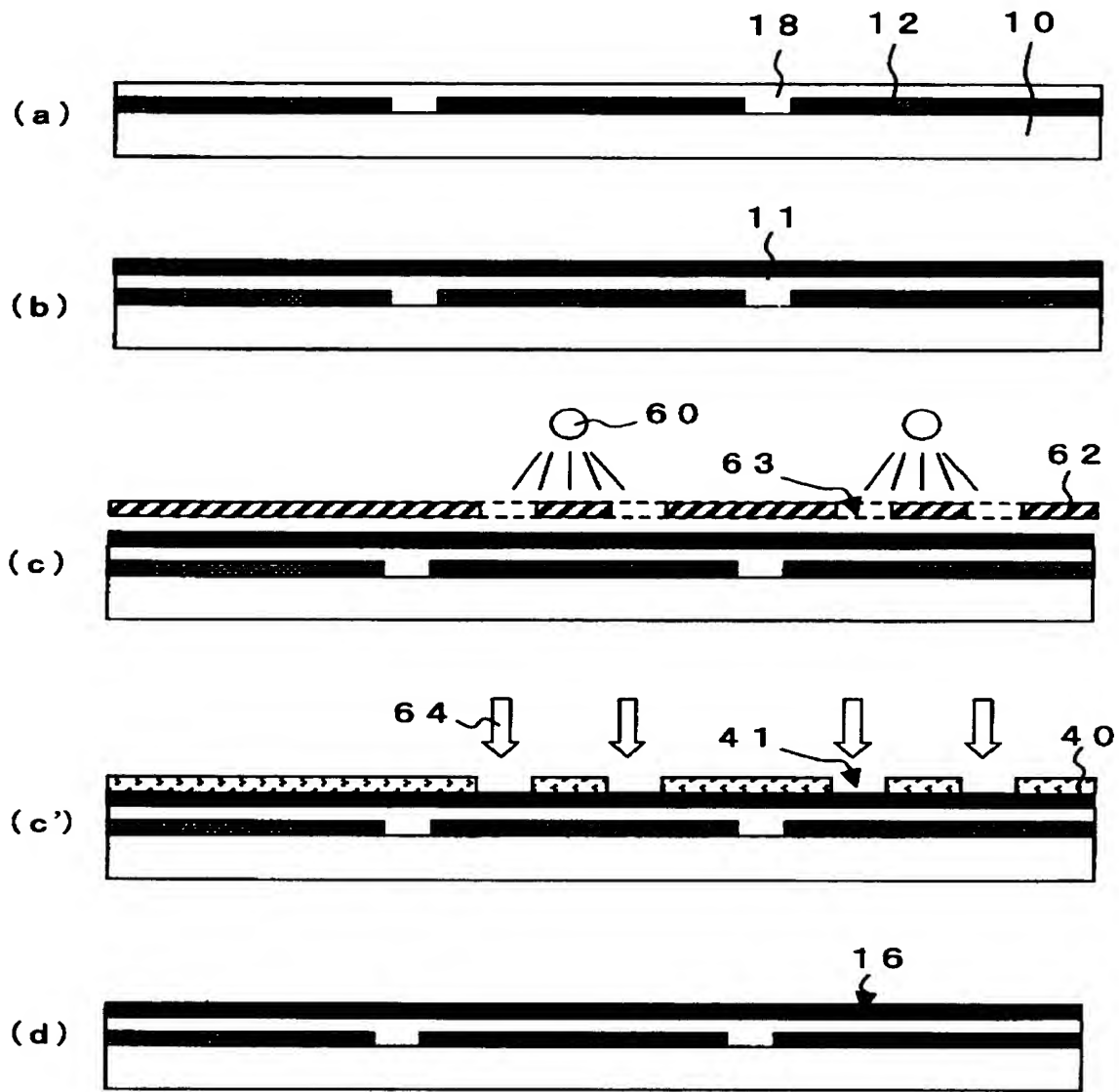
【図9】



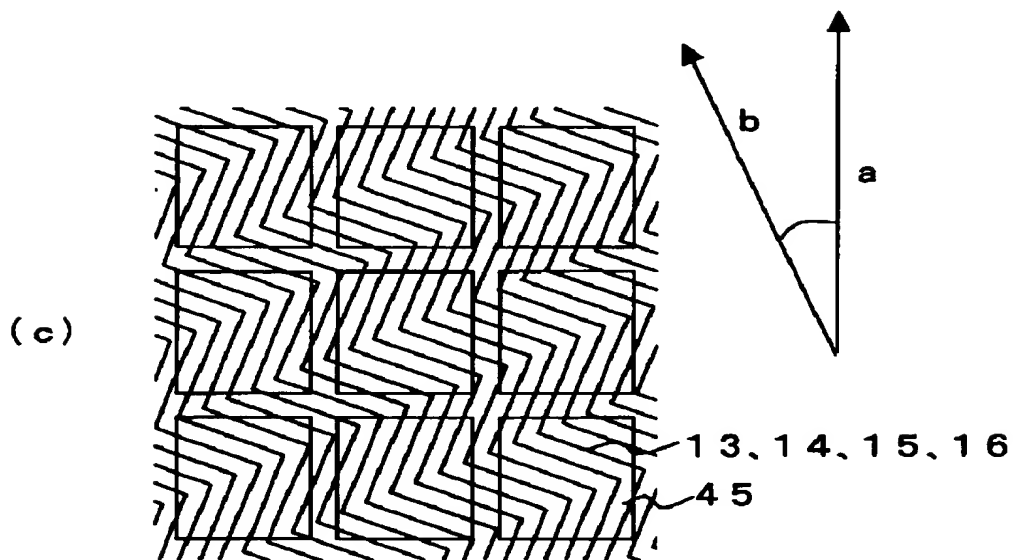
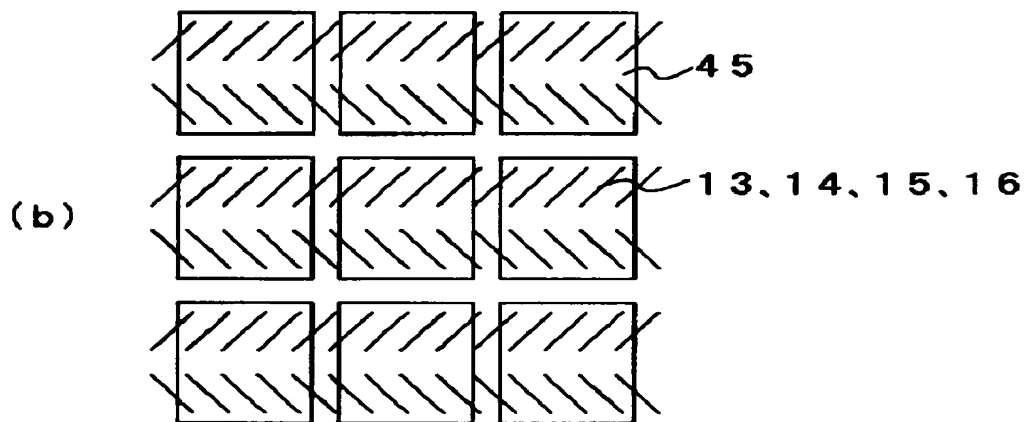
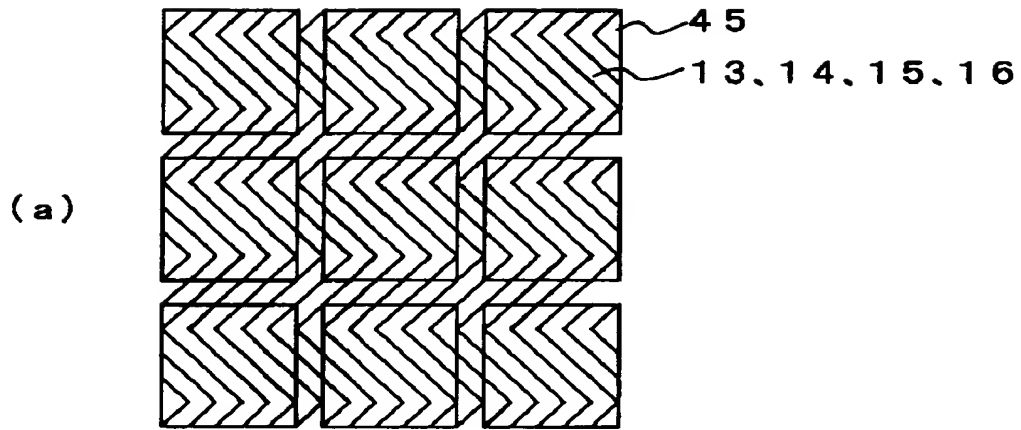
【図10】



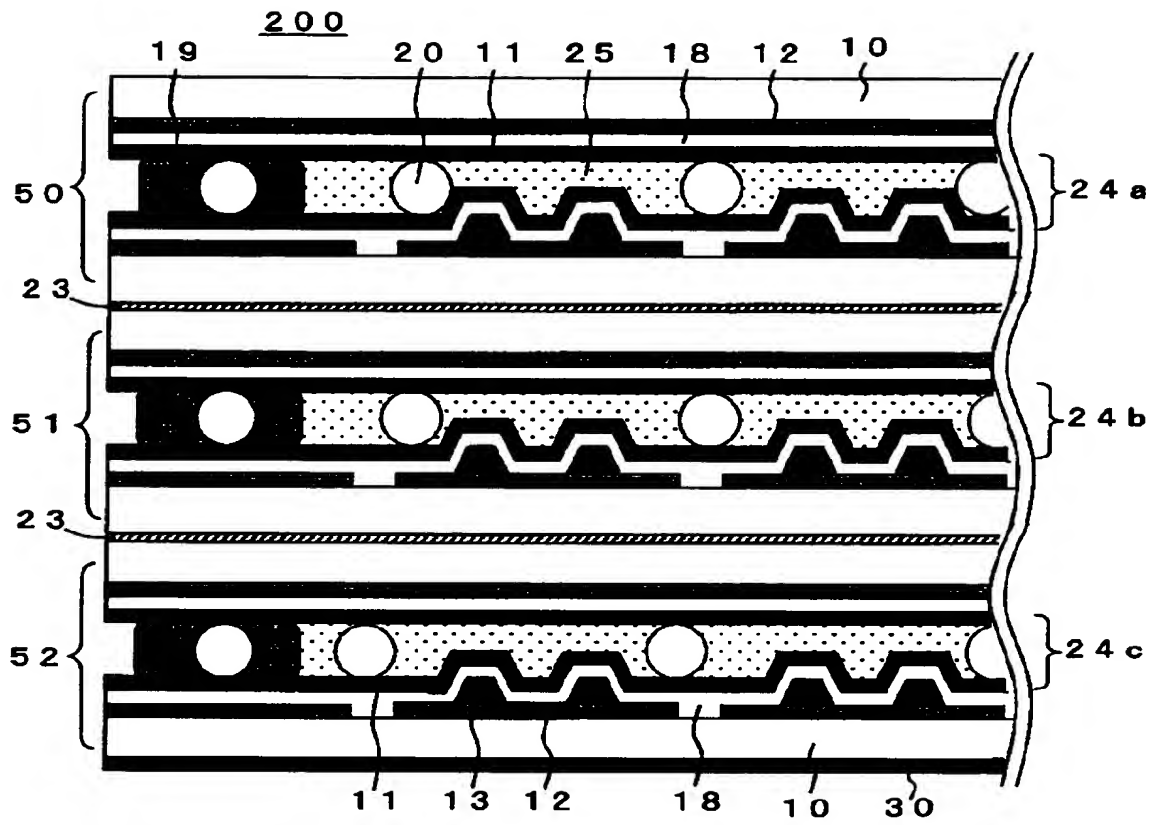
【図 11】



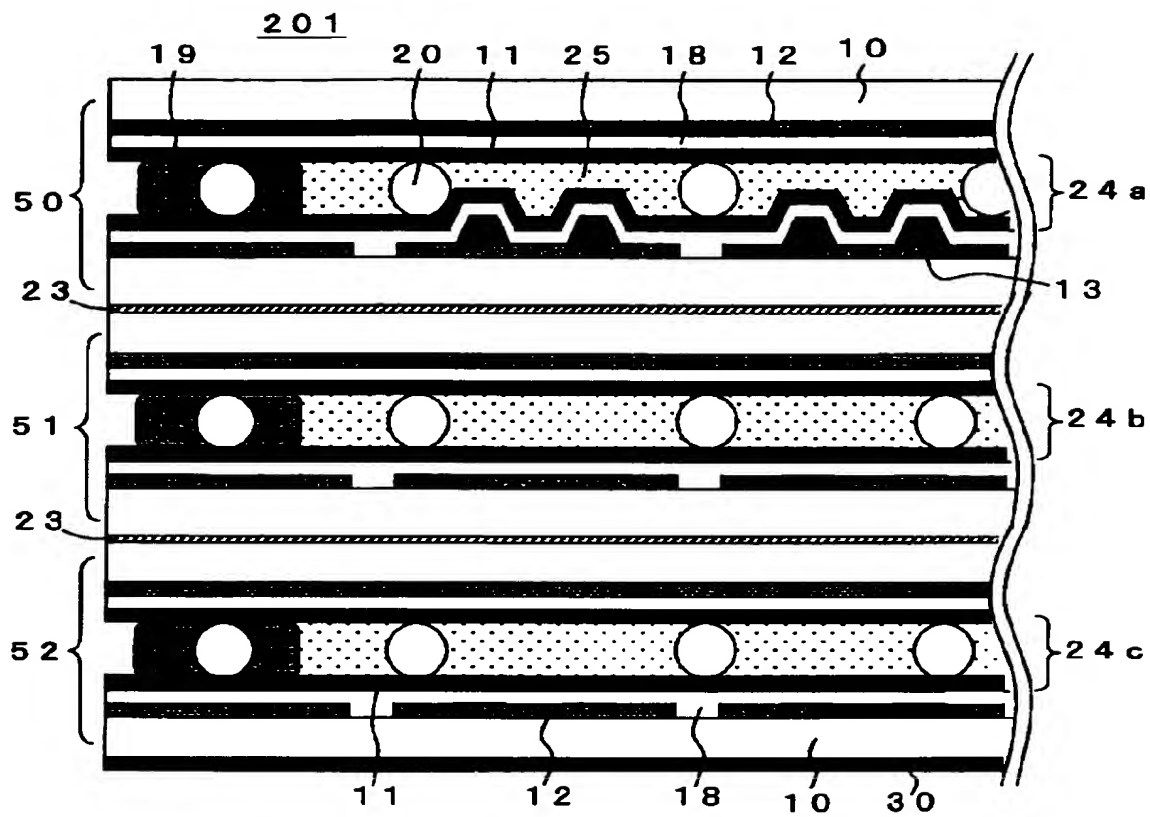
【図 1 2】



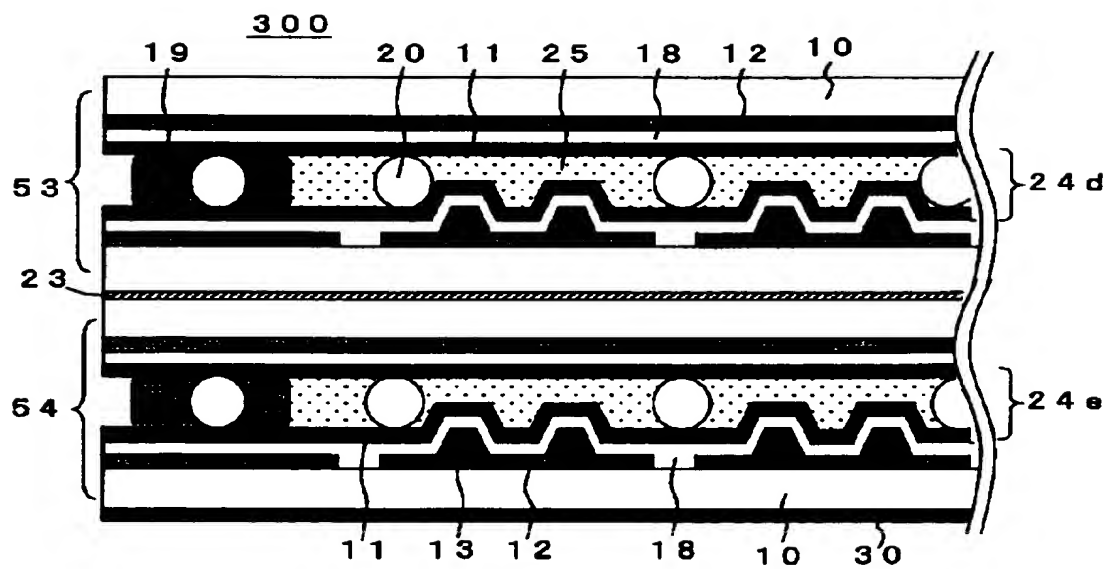
【図13】



【図14】

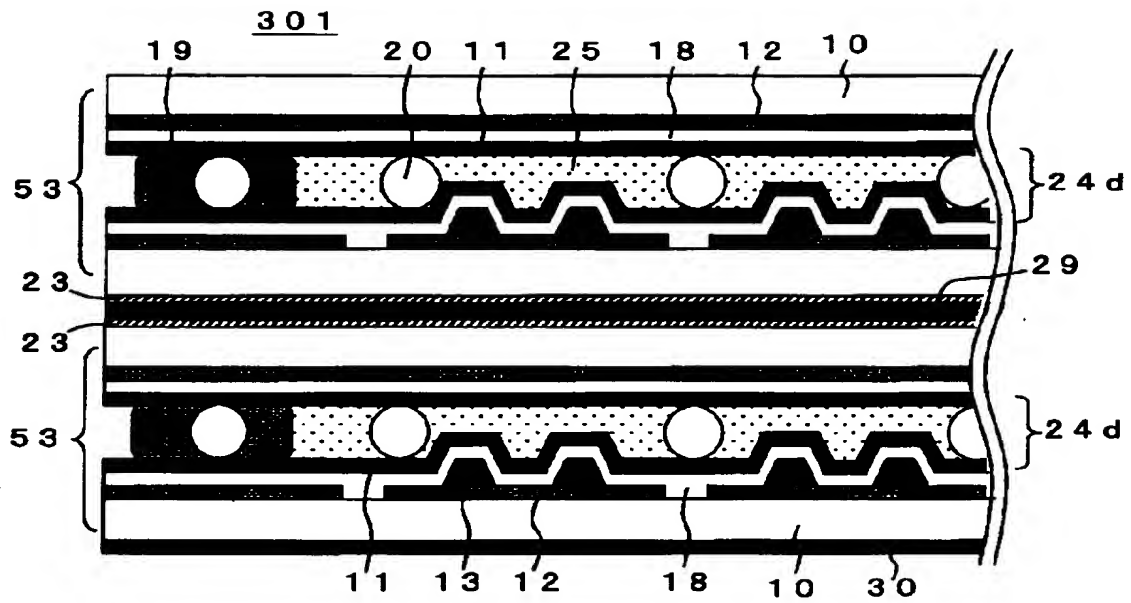


【図15】

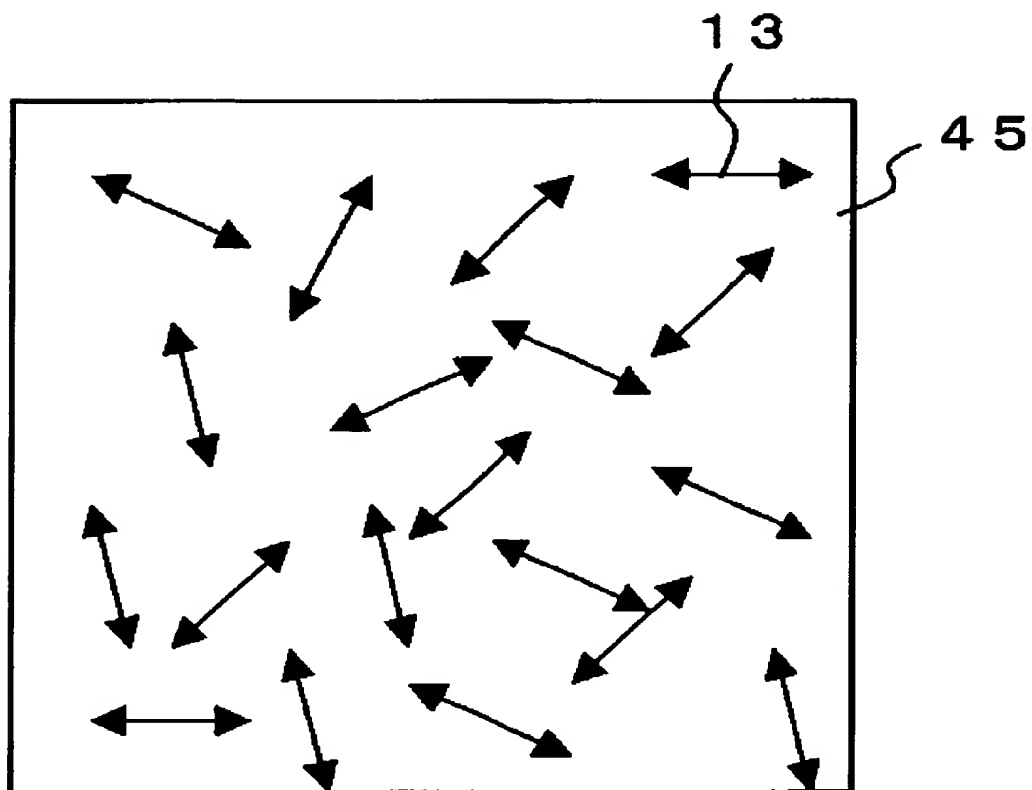




【図 16】



【図 1 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 素子内での光散乱が小さく、コントラストの高い液晶光変調素子を提供する。また、コントラストの高い積層型液晶光変調素子を提供する。

【解決手段】 一对の基板間に液晶層を挟持して該液晶層に含まれる液晶分子のフォーカルコニック状態を利用して光変調を行う液晶素子において、フォーカルコニック状態での液晶分子の螺旋軸の方向を、基板と平行な面内において規則的に配列させた。

【選択図】 図 1

特 2 0 0 1 - 0 7 2 0 5 4

**認 定 ・ 付 加 情 報**

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 7 2 0 5 4
受付番号	5 0 1 0 0 3 6 2 8 4 4
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 3 年 3 月 1 9 日

**< 認定情報・付加情報 >**

【提出日】	平成13年 3月14日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
氏 名 ミノルタ株式会社